COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 DÉCEMBRE 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur l'intégration des équations différentielles totales;* par M. J. Bertrand.

« L'intégration d'une équation différentielle totale n'offre théoriquement aucune difficulté et se ramène, quand la condition d'intégrabilité est satisfaite, à l'intégration successive de deux équations différentielles ordinaires. On a même remarqué récemment que, par un artifice très-simple, on peut ramener le problème à l'intégration d'une seule équation différentielle; mais cette manière de caractériser une méthode par le nombre des intégrations qu'elle exige est absolument illusoire. L'intégrale unique demandée par l'une des méthodes peut être, en effet, beaucoup plus difficile et plus longue à obtenir que les trois intégrales exigées par la méthode nouvelle que je propose. C'est ce qui arrive, on le verra, dans les exemples auxquels je l'ai appliquée, et que j'ai pris, sans les choisir, dans les Traités classiques de Calcul intégral. Soit l'équation

(1) $$\mathrm{P}dx + \mathrm{Q}dy + \mathrm{R}dz = 0,$$

dans laquelle les coefficients P, Q, R satisfont à la condition connue

$$P\left(\frac{dQ}{dz}-\frac{dR}{dy}\right)+Q\left(\frac{dR}{dx}-\frac{dP}{dz}\right)+R\left(\frac{dP}{dy}-\frac{dQ}{dx}\right)=0.$$

Intégrons le système d'équations différentielles

$$(2)\qquad \frac{dx}{\frac{dQ}{dz}-\frac{dR}{dy}}=\frac{dy}{\frac{dR}{dx}-\frac{dP}{dz}}=\frac{dz}{\frac{dP}{dy}-\frac{dQ}{dx}},$$

et soient

$$(3)\qquad \begin{cases}\alpha=\varphi_1(x, y, z),\\ \beta=\varphi_2(x, y, z)\end{cases}$$

les deux intégrales; si l'on prend α et β pour variables, l'équation (1) prendra la forme

$$(4)\qquad M\,d\alpha+N\,d\beta=0,$$

M et N étant des fonctions de α et β, et deviendra une équation à deux variables.

» La démonstration est facile : le système (2) donne, en vertu de la condition d'intégrabilité supposée satisfaite,

$$(4)\qquad P\,dx+Q\,dy+R\,dz=0.$$

» Si donc les deux intégrales de (2) sont exprimées par les équations (3), l'intégrale de (1) sera de la forme

$$F(\alpha, \beta),$$

et, en prenant α et β pour variables, l'équation (1) prendra la forme (4).

» *Exemple I :*

$$(5)\quad dx(y^2+yz+z^2)+dy(z^2+zx+x^2)+dz(x^2+xy+y^2).$$

Le système (2) est ici

$$\frac{dx}{z-y}=\frac{dy}{x-z}=\frac{dz}{y-x};$$

il a pour intégrales évidentes

$$x+y+z=\alpha,$$
$$x^2+y^2+z^2=\beta,$$

et l'équation (5) se réduit à

$$(\alpha^2+\beta)\,d\alpha-\alpha\,d\beta=0,$$

dont l'intégrale est

$$\alpha - \frac{\beta}{\alpha} = \mathrm{C},$$

ou

$$\frac{xy + yz + zy}{x + y + z} = \mathrm{C}.$$

» *Exemple II :*

$$(6) \qquad (y^2 + yz)\,dx + (z^2 + xz)\,dy + (y^2 - xy)\,dz = 0.$$

» Le système (2) est ici

$$\frac{dx}{x + z - y} = -\frac{dy}{y} = \frac{dz}{y}.$$

Il a pour intégrales

$$\alpha = y + z,$$
$$\beta = xy + zy,$$

et l'équation (6) peut être mise sous la forme

$$\alpha\,d\beta - \beta\,d\alpha = 0;$$

elle a pour intégrale

$$\frac{\beta}{\alpha} = \mathrm{C},$$

c'est-à-dire

$$\frac{xy + yz}{y + z} = \mathrm{C}.$$

» *Exemple III :*

$$(7) \qquad y\,dx - x\,dy - \frac{y^2}{z}\,dz = 0.$$

» Le système (2) est ici

$$z\frac{dx}{y} = \frac{dy}{0} = dz;$$

il a pour intégrales

$$y = \alpha,$$
$$y\,lz - x = \beta,$$

et l'équation (7) prend la forme

$$\beta\,d\alpha - \alpha\,d\beta = 0;$$

l'intégrale est

$$lz - \frac{x}{y} = \mathrm{C}.$$

» *Exemple IV* :

$$(8)\quad (x^2y - y^3 - y^2z)\,dx + (xy^2 - x^2z - x^3)\,dy + (xy^2 + y^2x)\,dz = 0;$$

le système (2) est

$$\frac{-dx}{x(x+y)} = \frac{dy}{y(x+y)} = \frac{dz}{(x-y)[2(x+y)+z]}.$$

On aperçoit immédiatement l'intégrale

$$xy = \alpha.$$

» En divisant la différence des numérateurs des deux premières fractions par celle des dénominateurs et égalant le résultat à la troisième fraction, on trouve, après avoir supprimé le facteur $x - y$,

$$\frac{d(x+y)}{x+y} = \frac{-dz}{2(x+y)+z},$$

dont l'intégrale est

$$(x+y)^2 + z(x+y) = \beta;$$

l'équation (8) se réduit à

$$\beta d\alpha - \alpha d\beta = 0,$$

et l'on a pour intégrale

$$\frac{\beta}{\alpha} = \text{const.},$$

c'est-à-dire, après réduction,

$$\frac{y+z}{x} + \frac{x+z}{y} = \text{const.}$$

» Dans les exemples, qui sont classiques, la méthode nouvelle présente un avantage évident de simplicité : nous devons faire observer qu'il doit surtout en être ainsi pour les équations préparées, comme l'ont été celles qui précèdent, en vue de l'enseignement, et dont le mode de formation se trouve immédiatement mis en évidence.

» Pour préparer, en effet, une équation intégrable, on choisit une fonction

$$\varphi(x, y, z),$$

dont on multiplie les différentielles par un facteur λ, également choisi à volonté, et l'on obtient, après les réductions, des coefficients plus compliqués presque toujours que les fonctions φ et λ, qui ont servi à les former.

» Or, l'équation proposée étant

$$\lambda \frac{d\varphi}{dx} dx + \lambda \frac{d\varphi}{dy} dy + \lambda \frac{d\varphi}{dz} dz = 0, \tag{9}$$

l'équation (2) correspondante est

$$\frac{dx}{\frac{d\lambda}{dz}\frac{d\varphi}{dy} - \frac{d\lambda}{dy}\frac{d\varphi}{dz}} = \frac{dy}{\frac{d\lambda}{dx}\frac{d\varphi}{dz} - \frac{d\lambda}{dz}\frac{d\varphi}{dx}} = \frac{dz}{\frac{d\lambda}{dy}\frac{d\varphi}{dx} - \frac{d\lambda}{dx}\frac{d\varphi}{dy}};$$

elle a pour intégrales, on le vérifie aisément,

$$\lambda = \alpha,$$
$$\varphi = \beta.$$

Ces intégrales, très-simples par hypothèse, seront très-aisées à trouver; l'équation (9) deviendra ensuite

$$\alpha d\beta + \beta d\alpha = 0$$

ou

$$\alpha d\beta - \beta d\alpha = 0,$$

suivant que l'on aura multiplié ou divisé $d\varphi$ par le facteur λ. »

GÉOMÉTRIE. — *Théorèmes concernant des couples de segments pris l'un sur une tangente d'une courbe et l'autre sur une oblique d'une autre courbe, et faisant ensemble une longueur constante, les courbes étant d'ordre et de classe quelconques;* par M. CHASLES.

« Il s'agit des obliques d'une courbe qui, partant d'un point de la courbe, font avec la tangente en ce point un angle de grandeur donnée, compté dans un sens de rotation déterminé. Lorsque l'angle est droit, l'oblique devient la normale. J'ai traité, dans une Communication qui date déjà de quelques années (*), divers théorèmes de la théorie, qui peut être fort étendue, de ces obliques, rebelles, on peut le dire, aux calculs analytiques, à raison de l'expression de la grandeur d'un angle et particulièrement de la condition du sens dans lequel il doit être pris. J'ai montré que, à l'aide du Principe de correspondance, les démonstrations relatives aux obliques sont les mêmes que pour les normales.

» Je me propose dans ce moment d'étendre ces applications aux systèmes

(*) *Comptes rendus*, t. LXXIV, séances des 29 avril et 13 mai 1872.

de deux segments pris sur une tangente et sur une oblique. Je prendrai les théorèmes qui, pour des normales, pourraient être regardés comme des conséquences des théorèmes démontrés dans ma dernière Communication (*) : il y aura ainsi une vérification de ces théorèmes par une démonstration différente (**). Je commencerai par des théorèmes relatifs à des courbes enveloppes, que le défaut d'espace ne m'a pas permis d'introduire dans ma dernière Communication, consacrée aux lieux géométriques (***).

» I. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une oblique* $a\pi$, *et de son pied une droite* πa_1 *terminée à une courbe* U_{m_1}, *et faisant avec l'oblique* $a\pi$ *une longueur constante* $(a\pi + \pi a_1 = \lambda)$; *cette droite enveloppe une courbe de la classe* $2mm_1(2m'+n')$ [VII].

$$\left.\begin{matrix} \text{IX}, & m'm2m_1 & \text{IU} \\ \text{IU}, & m_1 2(m'+n')m\,[\text{II}] & \text{IX} \end{matrix}\right| \; 2mm_1(2m'+n').$$

» II. *De chaque point* a *d'une courbe* U_{m_1} *on mène une oblique* $a\pi$ *à une courbe* $U^{n'}$ *et une droite* $a_1 a$ *terminée à une courbe* U_m, *et faisant avec l'oblique une longueur constante* $(a_1\pi + a_1 a = \lambda)$; *ces droites* $a_1 a$ *enveloppent une courbe de la classe* $4mm_1(m'+n')$ [XI].

$$\left.\begin{matrix} \text{IX}, & m_1(m'+n')2m & \text{IU} \\ \text{IU}, & m2(m'+n')m_1 & \text{IX} \end{matrix}\right| \; 4mm_1(m'+n').$$

» III. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on abaisse sur une courbe* $U^{n''}$ *une oblique* $a\pi'$, *et l'on prend sur une courbe* U_{m_1} *un point* a_1 *dont la distance au point* π' *plus l'oblique fasse une longueur constante* $(a\pi' + \pi' a_1 = \lambda)$; *les droites* aa_1 *enveloppent une courbe de la classe* $4mm_1(m''+n'')$ [XIV].

$$\left.\begin{matrix} \text{IX}, & m(m''+n'')2m_1 & \text{IU} \\ \text{IU}, & m_1 2(m''+n'')m\,[\text{II}] & \text{IX} \end{matrix}\right| \; 4mm_1(m''+n'').$$

» IV. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une oblique* $a\pi$, *et l'on prend sur une courbe* U_{m_1} *un point* a_1 *d'où l'on puisse mener à une courbe* $U^{n'''}$ *une tangente* $a_1\theta'$ *faisant avec l'oblique* $a\pi$ *une longueur constante* $(a\pi + a_1\theta' = \lambda)$; *la droite* aa_1 *enveloppe une courbe de la classe*

(*) *Comptes rendus*, séance du 11 décembre.

(**) Cette vérification m'a fait reconnaître qu'il y a eu omission de $2mm'm''$ solutions étrangères dans le théorème VIII, p. 1125, et de $2mm''n'''n'$ dans le théorème XXI, p. 1128.

(***) J'indiquerai, à la suite de chaque énoncé, le numéro du théorème auquel il correspond. Les théorèmes invoqués dans les démonstrations sont ceux aussi auxquels font suite les théorèmes actuels.

$2mm_1(m'+n')(m''+2n'')$ [XXII].

IX,	$m(m'+n')(2m''+n'')m_1$	IU	$2mm_1(m'+n')(m''+2n'')$.
IU,	$m_1n''(2m'+2n')m$	IX	

» V. *De chaque point* a_1 *d'une courbe* U_{m_1} *on mène une tangente* $a_1\theta$ *à une courbe* $U^{n'}$, *et l'on prend sur une courbe* U_m *les points* a *d'où l'on peut mener à une courbe* $U^{n''}$ *une oblique* $a\pi'$ *faisant avec la tangente* $a_1\theta$ *une longueur constante* ($a_1\theta+a\pi'=\lambda$); *les droites* a_1a *enveloppent une courbe de la classe* $2mm_1(m'+2n')(m''+n'')$ [XXIII].

IX,	$m(m''+n'')(2m'+2n')m_1$	IU	$2mm_1(m''+n'')(m'+2n')$.
IU,	$m_1n'(2m''+2n'')m$	IX	

» VI. *De chaque point* a_1 *d'une courbe* U_{m_1} *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une oblique* $a_1\pi$, *et l'on prend sur une courbe* U_m *chaque point* a *d'où l'on peut mener à une courbe* $U^{n''}$ *une tangente* $a\theta'$ *faisant avec l'oblique* $a_1\pi$ *une longueur constante* ($a_1\pi+a\theta'=\lambda$) : *les droites* πa *enveloppent une courbe de la classe* $2mm_1(m'm''+2m'n''+n'n'')$ [XXIV].

IX,	$m'm_1(2m'''+2n''')m$	IU	$2mm_1(m'm''+2m'n''+n'n'')$.
IU,	$mn''(2m'+2n')m_1$	IX	

» VII. *De chaque point* a_1 *d'une courbe* U_{m_1} *on mène une tangente* $a_1\theta$ *à une courbe* $U^{n'}$, *et sur une courbe* U_m *on prend les points* a *d'où l'on peut mener à une courbe* $U^{n''}$ *une oblique* $a\pi'$ *faisant avec la tangente* $a_1\theta$ *une longueur constante* ($a_1\theta+a\pi'=\lambda$) : *les droites* θa *enveloppent une courbe de la classe* $2mm_1(m''+n'')(2m'+n')$ [XXVI].

IX,	$m'm_1(2m''+2n'')m$	IU	$2mm_1(m''+n'')(2m'+n')$.
IU,	$m(m''+n'')(2m'+2n')m_1$	IX	

» VIII. *Le lieu d'un point* x *d'où l'on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une tangente* $x\theta$ *suivie d'une oblique* $\theta\pi'$ *d'une courbe* $U^{n''}$, *rencontrant une courbe* U_m *en un point* a *tel, que le segment* θa *et la tangente* $x\theta$ *fassent une longueur constante* ($x\theta+\theta a=\lambda$), *est d'ordre* $2m(m'm''+2m'n''+m''n'+n'n'')$ [VIII].

x,	$n'(m''+n'')m2$	u	$2m(m'm''+2m'n''+m''n'+n'n'')$.
u,	$2m(m''+2n'')m'$ [XII]	x	

» IX. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène une oblique* $a\pi$ *à une courbe* $U^{n'}$ *et une tangente* $x\theta'$ *à une courbe* $U^{n''}$, *et l'on prend sur cette tangente les deux segments* ax *dont chacun fait avec l'oblique* $a\pi$ *une longueur constante*

$(a\pi + ax = \lambda)$: *le lieu des points* x *est une courbe d'ordre* $4mn''(m'+n')$ [XI].

$$\begin{array}{lll|l} x, & n''m(m'+n')2 & u & \\ u, & 2(m'+n')mn''\ [1] & x & 4mn''(m'+n'). \end{array}$$

» X. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène une tangente* $a\theta$ *à une courbe* $U^{n'}$, *et une oblique* $a\pi'$ *à une courbe* $U^{n''}$, *et l'on prend sur cette oblique les deux segments* ax *dont chacun fait avec la tangente* $a\theta$ *une longueur constante* $(a\theta + ax = \lambda)$: *le lieu des points* x *est d'ordre*

$$2m(m''m' + m''n' + m'n'' + 2n'n'')\ [XII].$$

$$\begin{array}{lll|l} x, & (m''+n'')mn' & u & \\ u, & 2(m'+n')m(m''+n'') & x & 2m(m''m' + 2m''n' + m'n'' + 2n'n''). \end{array}$$

» Il y a $2mm''n'$ solutions étrangères dues au point x de l'infini.

» XI. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on abaisse sur une courbe* $U^{n'}$ *une oblique* $a\pi$ *sur laquelle on prend les points* x *de chacun desquels on puisse mener à une courbe* $U^{n''}$ *une tangente* $x\theta'$ *telle, que cette tangente et la distance* $\theta'a$ *de son point de contact au point* a *fassent une longueur constante* $(x\theta' + \theta'a = \lambda)$: *le lieu de ces points* x *est d'ordre* $2m(m'+n')(m''+2n'')$ [XIII].

$$\begin{array}{lll|l} \pi, & m2(m''+n'')(m'+n')\ [II] & \pi_1 & \\ \pi_1, & n''2m(m'+n') & \pi & 2m(m'+n')(m''+2n''). \end{array}$$

» XII. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une tangente* $a\theta$, *sur laquelle on prend les points* x *d'où l'on puisse mener à une courbe* $U^{n''}$ *une oblique* $x\pi'$ *faisant avec la distance* $\pi'a$ *une longueur constante* $(x\pi' + \pi'a = \lambda)$: *le lieu des points* x *est une courbe d'ordre* $4mn'(m''+n'')$ [XIV].

$$\begin{array}{lll|l} \pi, & mn'2m'' & \pi_1 & \\ \pi_1, & 4mn'(m''+n'')\ [XXIII] & \pi & 2mn'(3m''+2n''). \end{array}$$

» Il y a $2mn'm''$ solutions étrangères dues aux points π de l'infini.

» XIII. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une tangente* $a\theta$ *suivie d'une oblique* $\theta\pi'$ *à une courbe* $U^{n''}$, *sur laquelle on prend chaque segment* θx *faisant avec la tangente* $a\theta$ *une longueur constante* $(a\theta + \theta x = \lambda)$: *le lieu des points* x *est une courbe d'ordre*

$$2m(m'm'' + 2m'n'' + m''n' + n'n'')\ [XV].$$

$$\begin{array}{lll|l} \theta, & (m''+n'')(2m'+2n')m & \theta_1 & \\ \theta_1, & m2(m''+2n'')m'\ (*) & \theta & 2m(2m'm'' + 3m'n'' + m''n' + n'n''). \end{array}$$

(*) Lemme qui suivra.

» Il y a $2mm'(m''+n'')$ solutions étrangères dues aux m' points θ de l'infini.

» XIV. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une tangente* $a\theta$, *et à une courbe* $U^{n''}$ *une oblique* $a\pi'$ *sur laquelle on prend les segments* $\pi' x$, *dont chacun fait avec la tangente* $a\theta$ *une longueur constante* $(a\theta + \pi' x = \lambda)$: *le lieu des points* x *est une courbe d'ordre*

$$2m(m'm''+m'n''+m''n'+2n'n'')\ [\text{XVII}].$$

$$\begin{array}{ll r|l} x, & (m''+n'')mn'2 & u & \\ u, & 2(m'm''+m'n''+m''n'+n'n'')m[\text{VI}] & x & 2m(m'm''+m'n''+2m''n'+2n'n''). \end{array}$$

» Il y a $2mm''n'$ solutions étrangères dues au point x de l'infini.

» XV. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une oblique* $a\pi$ *et à une courbe* $U^{n''}$ *une tangente* $a\theta'$ *sur laquelle on prend les segments* $\theta' x$ *dont chacun fait avec l'oblique* $a\pi$ *une longueur constante* $(a\pi + \theta' x = \lambda)$: *le lieu des points* x *est une courbe d'ordre*

$$2m(m'+n')(m''+2n'')\ [\text{XVIII}].$$

$$\begin{array}{ll r|l} \theta', & m(m'+n')2m'' & \theta'_1 & \\ \theta'_1, & 4mn''(m'+n')\ [\text{XXIII}] & \theta' & 2m(m'+n')(m''+2n''). \end{array}$$

» XVI. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une tangente* $x\theta$ *suivie d'une oblique* $\theta\pi'$ *à une courbe* $U^{n''}$, *sur laquelle on prend les segments* $\pi' x$ *dont chacun fait avec la tangente* $a\theta$ *une longueur constante* $(a\theta + \pi' x = \lambda)$: *le lieu des points* x *est d'ordre*

$$2m_1(m'm''+2m'n''+m''n'+n'n'')\ [\text{XIX}].$$

$$\begin{array}{ll r|l} \theta, & m(2m''+2n'')m' & \theta_1 & \\ \theta_1, & (m''+n'')(2m'+2n')m & \theta & 2m_1(2m'm''+2m'n''+m''n'+n'n''). \end{array}$$

» Il y a $2m_1 m''m'$ solutions étrangères dues aux points θ situés à l'infini.

» XVII. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une oblique* $a\pi$ *suivie d'une tangente* $\pi\theta'$ *à une courbe* $U^{n''}$, *sur laquelle on prend les segments* $\theta' x$, *dont chacun fait, avec l'oblique* $a\pi$, *une longueur constante* $(a\pi + \theta' x = \lambda)$: *le lieu des points* x *est une courbe d'ordre*

$$2m(m'm''+2m'n''+n'n'')\ [\text{XX}].$$

$$\begin{array}{ll r|l} \pi, & m(2m''+2n'')m' & \pi_1 & \\ \pi_1, & n''(2m'+2n')m & \pi & 2m(m'm''+2m'n''+n'n''). \end{array}$$

» XVIII. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à une courbe* U^{n} *une tangente* $a\theta$, *et à une courbe* $U^{n''}$ *une oblique* $a\pi'$, *et l'on prend sur celle-ci les points* x *d'où l'on peut mener à une courbe* $U^{n'''}$ *une tangente* $x\theta''$ *faisant avec la tangente* $a\theta$ *une longueur constante* $(a\theta + x\theta'' = \lambda)$: *le lieu des points* x *est d'ordre* $2m(m'' + n'')(m'''n' + m'n''' + 2n'n'') - 2mm''n'''n'$ [XXI].

$$\left.\begin{array}{lll} x, & (m''+n'')mn'(2m'''+2n''') & u \\ u, & n'''(2m'+2n')m(m''+n'') & x \end{array}\right| \; 2m(m''+n'')(m'''n'+m'n'''+2n'n'').$$

» Il y a $2mm''n'''n'$ solutions étrangères dues au point x de l'infini.

» XIX. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une oblique* $a\pi$, *et à une courbe* $U^{n''}$ *une tangente* $a\theta'$, *sur laquelle on prend les points* x *d'où l'on peut mener à une courbe* $U^{n'''}$ *une tangente* $x\theta''$ *faisant, avec l'oblique* $a\pi$, *une longueur constante* $(a\pi + x\theta'' = \lambda)$: *le lieu de ces points* x *est d'ordre*

$$2mn''(m' + n')(m'' + 2n'') \text{ [XXII]}.$$

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n''m(m'+n')(2m'''+2n''') & u \\ u, & n'''(2m'+2n')mn'' & x \end{array}\right| \; 2mn''(m'+n')(m'''+2n''').$$

» XX. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène à deux courbes* $U^{n'}$, $U^{n''}$ *deux tangentes* $a\theta$, $a\theta'$, *et l'on prend sur la seconde les points* x *d'où l'on peut mener à une courbe* $U^{n'''}$ *une oblique* $x\pi''$ *faisant avec la tangente* $a\theta$ *une longueur constante* $(a\theta + x\pi'' = \lambda)$: *le lieu des points* x *est une courbe d'ordre*

$$2mn''(m''' + n''')(m' + 2n') \text{ [XXIII]}.$$

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n''mn'(2m'''+2n''') & u \\ u, & (m'''+n''')(2m'+2n')mn'' & x \end{array}\right| \; 2mn''(m'''+n''')(m'+2n').$$

» XXI. *On mène de chaque point* a *d'une courbe* U_m *à une courbe* $U^{n'}$ *une oblique* $a\pi$ *suivie d'une tangente* $\pi\theta'$ *à une courbe* $U^{n''}$, *sur laquelle on prend les points* x, *d'où l'on puisse mener à une courbe* $U^{n'''}$ *une tangente* $x\theta''$ *faisant, avec l'oblique* $a\pi$, *une longueur constante* $(a\pi + x\theta'' = \lambda)$: *le lieu des points* x *est d'ordre* $2mn''(m'm''' + 2m'n''' + n'n''')$ [XXIV].

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n''m'm(2m'''+2n''') & u \\ u, & n'''(2m'+2n')mn'' & x \end{array}\right| \; 2mn''(m'm'''+2m'n'''+n'n''').$$

» XXII. *On mène de chaque point* a *d'une courbe* U_m *à une courbe* $U^{n'}$ *une tangente* $x\theta$ *suivie d'une oblique* $\theta\pi'$ *à une courbe* $U^{n''}$, *sur laquelle on prend les points* x, *d'où l'on puisse mener à une courbe* $U^{n'''}$ *une tangente* $x\theta''$ *faisant, avec la tangente* $a\theta$, *une longueur constante* $(a\theta + x\theta'' = \lambda)$: *le lieu des points* x

est une courbe d'ordre $2m(m''+n'')(m'm'''+2m'n'''+n'n''')$ [XXV].

$$\begin{array}{lll|l} x, & (m''+n'')m'm(2m'''+2n''') & u & \\ u, & n'''(2m'+2n')m(m''+n'') & x & 2m(m''+n'')(m'm'''+2m'n'''+n'n'''). \end{array}$$

» XXIII. *Le lieu d'un point* x *d'où l'on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une tangente* $x\theta$, *suivie d'une tangente* $\theta\theta'$ *à une courbe* $U^{n''}$, *sur laquelle on prend les points* x, *d'où l'on puisse mener à une courbe* $U^{n'''}$ *une oblique faisant, avec la tangente* $a\theta$ *une longueur constante* $(a\theta+x\pi''=\lambda)$, *est une courbe d'ordre* $2mn''(m'''+n''')(2m'+n')$ [XXVI].

$$\begin{array}{lll|l} x, & n''m'm(2m'''+2n''') & u & \\ u, & (m'''+n''')(2m'+2n')mn'' & x & 2mn''(m'''+n''')(2m'+n'). \end{array}$$

» Lemme. — *Si de chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène les obliques d'une courbe* $U^{n'}$, *sur chacune desquelles on prend les deux segments* ax *de grandenr constante, le lieu des points* x *est une courbe de l'ordre* $2m(m'+2n')$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & (m'+n')m2 & u & \\ u, & 2(m'+n')m & x & 4m(m'+n'). \end{array}$$

» Il y a $2mm'$ solutions étrangères dues au point x situé à l'infini. Donc, etc. »

ASTRONOMIE. — *Sur les déplacements séculaires du plan de l'orbite du huitième satellite de Saturne (Japhet).* Note de M. F. Tisserand.

« Des huit satellites de Saturne, les sept premiers se meuvent dans le plan de l'anneau qui coïncide lui-même avec l'équateur de la planète; le dernier satellite seul s'écarte très-sensiblement de ce plan. Dans le Chapitre XVI du Livre VIII de la *Mécanique céleste,* Laplace a fait connaître la cause de ce phénomène remarquable. M'étant occupé depuis quelque temps de cette question si digne d'intérêt, je suis arrivé à des résultats intéressants, que je crois nouveaux. J'ai d'abord trouvé une relation très-simple qui a toujours lieu entre les angles que fait le plan de l'orbite du satellite avec le plan de l'anneau et l'orbite de Saturne; j'en ai déduit que le pôle de l'orbite du satellite décrit une ellipse sphérique; enfin, en discutant une observation de Cassini II, je suis arrivé à fixer une limite supérieure de la masse du plus gros satellite, Titan. Je vais présenter à l'Académie un résumé succinct de mes recherches sur ce sujet.

» Je regarde comme fixes le plan de l'orbite de Saturne et le plan de son anneau; dans ces conditions, j'étudie les déplacements séculaires de l'orbite

de Japhet. Soit R la partie séculaire de la force perturbatrice pour ce satellite; cette quantité sera une fonction des éléments elliptiques a, e, ϖ, θ, I, a désignant le demi-grand axe, e l'excentricité, ϖ la longitude du périsaturne, θ la longitude du nœud de l'orbite et I son inclinaison sur un plan fixe. Si l'on forme les relations connues entre les dérivées partielles de R relatives aux éléments et les dérivées de ces éléments par rapport au temps, et qu'on en déduise $\frac{dR}{dt}$, on trouvera que cette dérivée est nulle; on a donc immédiatement l'intégrale

$$R = \text{const.} \tag{1}$$

Je pose $R = R_0 + R_1 + R_2 + R_3$, distinguant ainsi les parties qui proviennent respectivement de l'action du Soleil, de l'aplatissement de Saturne, de l'anneau et des sept satellites intérieurs. J'ai trouvé, en négligeant e^2 (quantité inférieure à 0,001),

$$R = \frac{3}{8} f M \frac{a^2}{a_0^3 (1 - e_0^2)^{\frac{3}{2}}} \sin^2 \gamma,$$

f ayant la signification ordinaire, M désignant la masse du Soleil, a_0, e_0 les quantités a, e relatives à l'orbite de Saturne, et enfin γ l'angle de l'orbite du satellite avec l'orbite de Saturne.

» Je trouve ensuite

$$R_1 = \frac{3}{4} f m \frac{K}{a^3} \sin^2 \gamma',$$

m désignant la masse de Saturne, γ' l'angle de l'orbite du satellite avec le plan de l'anneau et K étant une constante qui dépend de la constitution intérieure de Saturne. Voici son expression :

$$K = \frac{1}{5} \frac{\int \delta' d\left(a'^5 e'^2 \sqrt{1 - e'^2}\right)}{\int \delta' d\left(a'^3 \sqrt{1 - e'^2}\right)}.$$

J'appelle a', e', δ' le demi-grand axe, l'excentricité et la densité de l'une quelconque des couches elliptiques dont je suppose Saturne formé.

» Pour R_2, j'ai cette expression

$$R_2 = \frac{3}{4} f m' \frac{K'}{a^3} \sin^2 \gamma',$$

où m' est la masse de l'anneau et K' un coefficient constant qui dépend de la constitution intérieure de l'anneau; ce coefficient a pour expression

$$K' = 2 \frac{\int \delta'' r'^3 dr'}{\int \delta'' r' dr'},$$

où r' et δ'' désignent le rayon et la densité de l'une quelconque des couches circulaires concentriques qui composent l'anneau.

» Quant à R_3, on trouve sans peine

$$R_3 = \frac{1}{8a} \sin^2\gamma' \Sigma fm'' \alpha b_{\frac{3}{2}}^{(1)};$$

le signe Σ se rapporte aux sept satellites inférieurs, que l'on suppose se mouvoir dans le plan de l'anneau; m'' est la masse de l'un quelconque d'entre eux, α le rapport de son grand axe à celui de Japhet et $b_{\frac{3}{2}}^{(1)}$ l'une des transcendantes de Laplace, fonction de α.

» Les termes négligés dans R_0, R_1, R_2 sont inférieurs à la millième partie des termes conservés; l'approximation est moins grande dans R_3; dans le cas de Titan, ce qu'on néglige est environ la soixante-dixième partie de ce que l'on conserve. Réunissant toutes les parties de R, j'ai

$$(2) \qquad R = K \sin^2\gamma + K' \sin^2\gamma',$$

K et K' étant des constantes dont voici les expressions :

$$K = \tfrac{3}{8} fM \frac{a^2}{a_0^3 (1 - e_0^2)^{\frac{3}{2}}}, \quad K' = \frac{3}{4a^3} \left[fmK + fm'K' + \frac{a^2}{6} \Sigma fm'' \alpha b_{\frac{3}{2}}^{(1)} \right],$$

et l'intégrale (1) va pouvoir s'écrire

$$K \cos^2\gamma + K' \cos^2\gamma' = C,$$

relation bien simple entre les angles γ et γ'.

» Soient X, Y, Z les coordonnées rectangulaires du pôle M de l'orbite du satellite, l'origine étant, au centre de la sphère, X_0, Y_0, Z_0; X'_0, Y'_0, Z'_0 les mêmes quantités relatives aux pôles P et P' de l'orbite de Saturne et de l'anneau; la dernière équation deviendra

$$K(XX_0 + YY_0 + ZZ_0)^2 + K'(XX'_0 + YY'_0 + ZZ'_0)^2 = C.$$

C'est l'équation d'un cylindre elliptique dont l'axe passe par l'origine, et qui, par son intersection avec la sphère $X^2 + Y^2 + Z^2 = 1$, donnera une ellipse sphérique.

» Soient C le centre de cette ellipse, $i = CP$, $i' = CP'$, $PP' = A$; A sera l'angle de l'orbite de Saturne et de l'anneau. On trouve aisément

$$\tang 2i = \frac{K' \sin 2A}{K + K' \cos 2A}, \quad \tang 2i' = \frac{K \sin 2A}{K' + K \cos 2A}.$$

Introduisons, pour définir la position du point M, deux coordonnées polaires $\rho = MC$, $\varphi = P'CM$, et l'équation de l'ellipse sphérique sera

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} &\left(K + K' + \sqrt{K^2 + K'^2 + 2KK' \cos 2A}\right) \cos^2\rho \\ &\quad + \left(K + K' - \sqrt{K^2 + K'^2 + 2KK' \cos 2A}\right) \sin^2\rho \cos^2\varphi = 2C. \end{aligned} \right.$$

» Soient F et F′ les foyers de cette ellipse sphérique; on aura

$$MF + MF' = \text{const.}$$

Si nous considérons les deux plans fixes dont les pôles sont F et F′, nous voyons que le plan de l'orbite du satellite fera avec ces plans deux angles dont la somme sera constante, et nous pourrons énoncer ce théorème :

» *Si l'on considère sur la sphère les grands cercles qui représentent l'orbite de Saturne et l'anneau, et que, par leur intersection, on mène deux grands cercles convenablement choisis, l'orbite du satellite formera avec ces deux derniers cercles un triangle de surface constante.*

» Il est à remarquer que le plan fixe considéré par Laplace est celui qui a pour pôle le centre C de l'ellipse sphérique, et comme, par suite des conditions initiales, cette ellipse ne diffère pas beaucoup d'un petit cercle, Laplace a pu dire que l'orbite du satellite se meut sur un plan fixe, en conservant avec ce plan une inclinaison à peu près constante.

» La considération de l'ellipse sphérique montre immédiatement entre quelles limites devront toujours rester comprises les inclinaisons γ et γ'.

» Reste à trouver la loi du mouvement du pôle M sur cette courbe; on a, d'une manière générale,

$$na^2\sqrt{1-e^2}\sin I\frac{dI}{dt} = \frac{dR}{d\theta} + (1-\cos I)\frac{dR}{d\varpi}.$$

Ici nous négligeons e^2, et R est indépendant de ϖ; je vais appliquer la relation précédente en rapportant les longitudes et les inclinaisons au plan fixe de Laplace; je remplacerai I par ρ et θ par $-\varphi$, et je trouverai

$$na^2\sin\rho\frac{d\rho}{dt} = -\frac{dR}{d\varphi}.$$

En tenant compte de la valeur (2) de R de l'équation (3) entre ρ et φ, des expressions suivantes de $\cos\gamma$ et $\cos\gamma'$:

$$\cos\gamma = \cos i\cos\rho - \sin i\sin\rho\cos\varphi, \quad \cos\gamma' = \cos i'\cos\rho + \sin i'\sin\rho\cos\varphi,$$

on arrive à l'équation suivante :

$$\frac{d\cos\rho}{\sqrt{(\cos^2\rho''-\cos^2\rho)(\cos^2\rho-\cos^2\rho')}} = H\,dt.$$

J'ai désigné par $2\rho'$ et $2\rho''$ le grand axe et le petit axe de l'ellipse sphérique, et par H une constante dont on formera aisément l'expression

» J'introduis la variable auxiliaire μ définie par l'équation.

$$\cos^2\rho = \cos^2\rho''\cos^2\mu + \cos^2\rho'\sin^2\mu.$$

μ variera de zéro à 2π quand le pôle M décrira son ellipse; posant enfin $k^2 = \frac{\cos^2\rho'' - \cos^2\rho'}{\cos^2\rho''}$, je trouve

$$\mathrm{H}\,dt = -\frac{d\mu}{\sqrt{1 - k^2\sin^2\mu}}.$$

Soit t_0 la valeur de t pour laquelle $\mu = 0$; nous aurons

$$\mathrm{H}(t_0 - t) = \int_0^{\mu} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - k^2\sin^2\mu}}.$$

» Adoptons les notations de Jacobi pour les fonctions elliptiques, et il viendra

$$\begin{aligned} \sin\rho\cos\varphi &= \sin\rho' \sin \mathrm{am}\,\mathrm{H}(t_0 - t), \\ \sin\rho\sin\varphi &= \sin\rho'' \cos \mathrm{am}\,\mathrm{H}(t_0 - t), \\ \cos\rho &= \cos\rho'' \Delta \mathrm{am}\,\mathrm{H}(t_0 - t). \end{aligned}$$

Nous avons ainsi exprimé les coordonnées du pôle à l'aide des fonctions elliptiques.

» J'ai montré que, dans les hypothèses admissibles que l'on peut faire sur les masses des satellites, la différence $\rho' - \rho''$ reste comprise entre 13 et 15 minutes; elle est donc petite, et il en est de même du module k; aussi convient-il, pour la pratique, de développer les formules précédentes en séries qui seront très-convergentes. Soit φ_0 la valeur de φ pour $t = 0$; posons $l = (\rho' - \rho'')\frac{1 + \cos^2\rho''}{2\sin 2\rho''}$, $\varphi_1 = \varphi_0 + l\sin 2\varphi_0$, et nous trouverons, avec une approximation bien suffisante,

$$\begin{aligned} \varphi &= \varphi_1 + \mathrm{H}t - l\sin 2(\varphi_1 + \mathrm{H}t), \\ \rho &= \rho''\sin^2(\varphi_1 + \mathrm{H}t) + \rho'\cos^2(\varphi_1 + \mathrm{H}t). \end{aligned}$$

Il faut maintenant réduire ces formules en nombres. »

MÉMOIRES LUS.

GÉOLOGIE. — *Étude microscopique des roches volcaniques de Nossi-Bé;* par M. Ch. Vélain.

(Commissaires : MM. Daubrée, Des Cloizeaux.)

« Depuis mon retour de l'île Saint-Paul, je me suis consacré, dans le laboratoire des Hautes Études du Collége de France, dirigé par M. Fouqué, à l'étude des roches et des produits volcaniques qui jouent un si grand

rôle dans la constitution géologique des îles de l'Océan indien. Je demande à l'Académie la permission de lui présenter, dans un premier Mémoire, le résultat de mes recherches sur le massif éruptif de Nossi-Bé; une collection importante des roches de cette île, que je dois à l'obligeance de M. Cassien, médecin de première classe de la Marine, vient, en effet, de me fournir, au sujet de la nature et de la composition de ces produits, un certain nombre de faits intéressants (1).

» L'île de Nossi-Bé était encore peu connue au point de vue géologique. sans doute à cause de son climat dangereux et de son accès difficile. C'est une terre importante, d'une superficie de 20 000 hectares, située près de la côte ouest de Madagascar, dont elle a dû faire partie autrefois. On la regardait comme d'origine exclusivement volcanique, et formée surtout de laves basaltiques, quand M. Herland, chirurgien de la Marine, fit voir, en 1855 (2), que sa composition était beaucoup plus complexe; il la décrivit comme formée d'un massif central éruptif, comprenant des trapps, des phonolithes, des coulées basaltiques recouvertes dans l'ouest par des dépôts arénacés, des tufs volcaniques et des calcaires fossilifères, qui se seraient établis sur un massif ancien composé de granites, de schistes cristallins et de grès houillers.

» L'étude détaillée que je viens de faire de ces différentes roches m'a conduit à des conclusions bien différentes au sujet de leur mode d'origine et de leur âge relatif. Ainsi les roches granitoïdes, qui forment pour ainsi dire à elles seules, dans le sud-est, la haute presqu'île de Loucoubé et l'îlot de Nossi-Comba, réduites en lamelles minces et examinées au microscope, ont offert tous les caractères des roches éruptives récentes. Ce sont des granulites de nature trachytique, riches en amphibole; l'orthose vitreux (sanidine), qui y domine, s'y montre très-altéré et traversé par de nombreuses veinules de quartz de contraction. Le quartz s'y présente encore plus récent et disposé en longues traînées irrégulières, entre les autres minéraux de la roche (microcline, sphène et mica), dont il épouse souvent les formes cristallines; il est rempli d'inclusions diverses, tantôt vitreuses, tantôt à liquides avec bulle spontanément mobile; ces dernières renferment de l'eau chargée de chlorure de sodium, ou bien un liquide carburé, peu réfringent, très-volatil, qui n'est autre que de l'acide car-

(1) Les roches qui ont fait l'objet de cette étude se trouvent maintenant déposées dans les collections géologiques de la Sorbonne.

(2) *Essai sur la géologie de Nossi-Bé* (*Annales des Mines*, t. VIII, 5e série, p. 335.)

bonique. Ces roches, analogues à celles que j'ai précédemment signalées sur les côtes de la Tunisie, dans les îles de la Galite, où elles avaient été prises également pour des roches granitiques anciennes, ont commencé la série des éruptions de la période tertiaire; elles ont un ensemble de caractères de composition et de structure que je me propose d'exposer prochainement.

» Au pied de la presqu'île de Loucoubé, règne une ceinture de roches noires, schisteuses, fortement redressées, plongeant partout sous la mer, où elles se trouvent recouvertes par un calcaire de formation actuelle. Ces roches, considérées à tort comme des schistes, sont entièrement composées d'éléments cristallins : on y trouve des débris quartzeux riches en inclusions aquifères, puis, en très-grande abondance, de petits cristaux jaune verdâtre, prismatiques, pourvus de nombreuses facettes de modification et appartenant au système monoclinique. Ces cristaux, qui s'éteignent obliquement, par rapport à leurs arêtes longitudinales, dans la lumière polarisée, doivent se rapporter à l'espèce « pyroxène ». Enfin le fer oxydulé y est très-abondant : c'est lui qui donne à la roche sa couleur noire.

» Je n'ose me prononcer sur l'âge, ni même sur le mode de formation des grès qui recouvrent ces roches, grès que M. Herland rapporte, sans trop de raison, au terrain houiller. La collection que j'ai étudiée en comporte deux variétés très-distinctes; dans la première, les quartz sont peu roulés ; chaque grain présente encore quelques-unes des faces du prisme et semble noyé dans un ciment pétrosiliceux. Ces grès s'étalent dans le nord, en nappes très-étendues. La deuxième variété est plus intéressante, les quartz y sont en plages irrégulières, soigneusement ajustées les unes contre les autres, sans ciment intercalé. Au microscope, on y distingue, même aux faibles grossissements, un nombre considérable d'inclusions. Les unes, peu abondantes, mais de grande taille ($0^{mm},05$ sur $0^{mm},025$), sont vitreuses et formées d'une matière jaune, amorphe, très-transparente. Les autres, en nombre considérable, renferment un liquide peu réfringent, au milieu duquel se meut tantôt lentement, tantôt avec une extrême vivacité, une petite bulle de gaz qui disparaît à une légère chaleur ($0^{mm},003$). Dans une troisième catégorie d'inclusions (0,02 sur 0,04), assez abondantes également, on remarque, au milieu d'un liquide semblable en apparence à celui des inclusions précédentes, une bulle polymorphe, occupant environ $\frac{1}{4}$ de la cavité, formée d'un second liquide jaunâtre très-réfringent, se déplaçant

lentement et contenant elle-même une petite bulle de gaz très-mobile. Jusqu'à présent on avait fréquemment trouvé, dans les inclusions microscopiques, une bulle de gaz spontanément mobile au sein d'un liquide; ici le phénomène est plus compliqué, puisque la bulle gazeuse se meut dans une gouttelette de liquide spontanément mobile elle-même. Les deux liquides ne sont pas volatiles, mais à une chaleur assez forte, 50 ou 60 degrés, la petite bulle de gaz est absorbée. Ces grès se trouvent à l'état de masses plus ou moins volumineuses, disséminées au milieu des scories et des lapilli, sur les pentes de ces cratères-lacs qui impriment à toute la partie orientale de l'île un relief si particulier.

» Les véritables roches volcaniques, c'est-à-dire celles qui se sont épanchées des volcans à cratères, se trouvent surtout développées dans le centre de l'île. La collection de M. Cassien ne comporte que des laves doléritiques et basaltiques : toutes sont très-riches en pyroxène (augite). Les laves basaltiques, généralement pauvres en péridot, présentent quelques cristaux isolés de noséane. D'autres, plus riches encore en pyroxène, renferment, en outre, de nombreux cristaux d'un aspect bronzé, tout à fait remarquables. Ces cristaux offrent, au microscope, une coloration d'un rouge orangé très-vif; la plupart se montrent sous forme de sections rectangulaires ou octogonales, très-dichroïques, les unes divisées en larges bandes parallèles par des lignes de clivage équidistantes, les autres couvertes d'innombrables stries, parallèles entre elles et à l'un des côtés de la section; toutes attestent un minéral rhombique et s'éteignent entre les Nicols croisés, quand la section principale de l'un des Nicols est parallèle à leur plus grande longueur. Soumis à l'action des acides, ces cristaux se décolorent, mais sans perdre leur forme cristalline ni leur action sur la lumière polarisée. On peut donc les considérer comme de l'*hypersthène*, dans laquelle les inclusions ferrugineuses ordinaires sont tellement développées, qu'elles ont envahi le cristal entier. »

CHIRURGIE. — *Méthode de compression et d'immobilisation méthodiques.* Note de M. Chassagny. (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« La méthode de compression et d'immobilisation méthodiques repose sur les principes généraux suivants :

» Étant donnée une région à comprimer, on l'entoure d'une enveloppe

solide et inextensible ; puis, un sachet de caoutchouc ayant été préalablement placé sous cette enveloppe extérieure, on l'injecte avec de l'air ou avec de l'eau ; il prend alors un point d'appui contre l'enveloppe et se moule d'une manière exacte sur la région.

» S'il s'agit d'une surface limitée du sein, d'une tumeur, d'un sac anévrismal, l'appareil sera une espèce de bonnet, se fixant avec des courroies et variant, pour ses dimensions et ses moyens d'attache, suivant les régions.

» Si la compression doit porter sur un membre dans sa continuité, sur une articulation, l'enveloppe extérieure entourera le membre, préalablement enveloppé d'un carré de caoutchouc à doubles parois et muni de deux tubes, permettant d'introduire l'air ou l'eau (1).

» Les sacs de caoutchouc ne servent qu'à contenir l'air ou l'eau ; ce sont ces agents seuls qui agissent comme s'ils étaient injectés directement entre le membre et l'enveloppe extérieure, hermétiquement fermée à ses extrémités ; on ne demande rien à l'élasticité ni à l'extensibilité du caoutchouc. Contrairement à ce qui se passe avec les appareils compresseurs ordinaires, il n'y a point d'œdème sur les parties non soumises à la pression. On ne voit pas où commence ni où finit la compression, ce qui s'explique par la forme arrondie des bords des manchons, qui ne produisent point d'étranglement et permettent au sang veineux de s'engager sans peine à l'entrée de l'appareil, et de le parcourir dans toute sa longueur. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe particulière de courbes gauches unicursales du quatrième ordre.* Mémoire de M. Appell, présenté par M. Bouquet. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Chasles, Bonnet, Bouquet.)

« Dans ce Mémoire, j'applique aux courbes gauches unicursales du quatrième ordre la méthode que j'ai déjà employée pour l'étude des cubiques gauches (2). En supposant les équations de la courbe sous la

(1) M. Chassagny présente à l'Académie une série d'appareils, réalisant la compression et l'immobilisation méthodiques, pour la coxalgie, des affections du coude, du poignet, du genou, du pied, du sein, etc.

(2) *Comptes rendus*, 3 janvier 1876.

forme

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} x &= \frac{A\lambda^4 + B\lambda^3 + C\lambda^2 + D\lambda + E}{\alpha\lambda^4 + \beta\lambda^3 + \gamma\lambda^2 + \delta\lambda + \varepsilon}, \\ y &= \frac{A'\lambda^4 + B'\lambda^3 + C'\lambda^2 + D'\lambda + E'}{\alpha\lambda^4 + \beta\lambda^3 + \gamma\lambda^2 + \delta\lambda + \varepsilon}, \\ z &= \frac{A''\lambda^4 + B''\lambda^3 + C''\lambda^2 + D''\lambda + E''}{\alpha\lambda^4 + \beta\lambda^3 + \gamma\lambda^2 + \delta\lambda + \varepsilon}, \end{aligned}\right.$$

je retrouve dans la première partie de ce travail les résultats déjà connus, relativement à la génération de ces courbes, et j'indique les relations qui ont lieu entre les coefficients, lorsque la courbe possède un point double.

» Dans la deuxième partie, j'étudie particulièrement les courbes gauches unicursales du quatrième ordre, qui sont telles qu'on peut leur imprimer un mouvement hélicoïdal, dans lequel la vitesse de chaque point de la courbe est normale au plan osculateur à la courbe en ce point. Je donne les deux conditions nécessaires et suffisantes pour que la courbe représentée par les équations générales jouisse de la propriété indiquée. Ces relations de condition sont celles qui expriment que les quatre points de la courbe où le plan osculateur est stationnaire sont confondus deux à deux; les deux points I et I', avec lesquels ces quatre points viennent se confondre deux à deux, sont des points simples en chacun desquels la tangente a trois points confondus communs avec la courbe. Les équations de toute courbe de cette classe particulière peuvent se mettre sous la forme (1), dans laquelle on suppose nuls les coefficients de λ^2, c'est-à-dire sous la forme

$$(2)\qquad x = \frac{A\lambda^4 + B\lambda^3 + D\lambda + E}{\alpha\lambda^4 + \beta\lambda^3 + \delta\lambda + \varepsilon}, \quad \ldots,$$

et réciproquement toute courbe représentée par des équations de cette forme appartient à cette classe. J'appelle *point conjugué* d'un point M de la courbe le point M', où le plan osculateur en M coupe la courbe; le point M est alors à son tour conjugué du point M'. J'appelle de même *plan conjugué* d'un plan osculateur P de la courbe le plan osculateur P', au point où le plan P coupe la courbe; le plan P est alors aussi conjugué de P'. Si quatre points de la courbe sont dans un même plan P, leurs conjugués sont aussi dans un plan P': j'appelle ces deux plans P et P' deux plans conjugués par rapport à la courbe; de même, si quatre plans osculateurs de la courbe se coupent en un point p, leurs conjugués se coupent aussi en un point p', et les deux points p et p' sont conjugués. Lorsqu'un

point est situé dans un plan, son conjugué est situé dans le plan conjugué; d'où il résulte que, si un point décrit une droite D, son conjugué décrit une autre droite D′ *correspondante* de la droite D.

» Je montre ensuite que l'on peut imprimer à la courbe un second mouvement hélicoïdal dans lequel la vitesse de chaque point M de la courbe est perpendiculaire au plan osculateur qu'on peut mener de ce point à la courbe, c'est-à-dire au plan osculateur conjugué du plan osculateur en M. Le foyer d'un plan quelconque P par rapport à ce second mouvement hélicoïdal est le pôle p' du plan P′ conjugué de P. A la courbe gauche considérée correspondent de cette façon deux mouvements hélicoïdaux que je détermine en fonction des coefficients qui entrent dans les équations de la courbe supposées mises sous la forme (2). Les deux axes conjugués de rotation communs à ces deux mouvements hélicoïdaux sont la droite D joignant les points I, I′, et la droite Δ, intersection des plans osculateurs en I et I′. Les droites joignant deux points conjugués p et p', ou intersection des deux plans conjugués P et P′, c'est-à-dire les droites correspondantes d'elles-mêmes, rencontrent les droites D et Δ; ces droites sont donc les droites conjuguées d'elles-mêmes à la fois dans les deux mouvements hélicoïdaux.

» Pour obtenir le point conjugué d'un point p, par rapport à la courbe, il suffit de prendre le plan polaire P de ce point dans l'un des mouvements hélicoïdaux, puis le pôle p' de ce plan P dans l'autre. On obtient de même le plan conjugué d'un plan. Enfin, pour obtenir la droite correspondante d'une droite D, il suffit de prendre sa conjuguée Δ dans l'un des mouvements hélicoïdaux, puis la conjuguée D′ de Δ dans l'autre mouvement. »

PHYSIQUE. — *Manomètre destiné à mesurer les hautes pressions.* Note de M. L. Cailletet.

(Commissaires : MM. Morin, Tresca, Dupuy de Lôme.)

« J'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie le résultat de mes recherches « sur la résistance des tubes de verre à la rupture » (1).

» Il résulte de ces expériences : 1° que la quantité dont varie le volume d'un réservoir cylindrique en verre, comprimé sur ses parois extérieures, est proportionnelle à la pression exercée, et cela dans des limites très-étendues; 2° que le verre ne subit pas de déformation permanente.

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 411.

» En me basant sur ces propriétés, j'ai construit un manomètre d'une grande simplicité, qui indique avec précision les pressions élevées et dont la sensibilité peut être aussi grande qu'on le désire. Cet appareil consiste en une sorte de thermomètre en verre, dont le réservoir cylindrique, terminé par des calottes sphériques, est rempli de mercure. Le tube capillaire, exactement calibré, qui est soudé au réservoir, porte un renflement, destiné à le fixer au moyen de gutta-percha dans un ajustage en cuivre, qui ferme exactement l'orifice d'un réservoir d'acier assez épais pour résister aux plus hautes pressions qu'on doit mesurer.

» Lorsqu'on comprime de l'eau dans ce réservoir métallique, la pression s'exerce sur les parois du cylindre de verre : le mercure, déplacé par la diminution du volume de l'enveloppe, s'élève dans le tube capillaire, à des hauteurs correspondant à des pressions qui sont préalablement déterminées pour chaque manomètre.

» Il est indispensable, pour obtenir des indications exactes, de maintenir fixe la température de l'appareil, ce qui est facile au moyen de glace ou d'eau à température constante. Dans les déterminations rapides, ces précautions sont même inutiles.

» On comprend que la sensibilité des manomètres construits sur ce principe puisse être aussi grande qu'on le désire, puisque, pour la faire varier, il suffit de modifier les rapports des dimensions du réservoir et du tube capillaire.

» Dans mes expériences sur la résistance des tubes de verre, je m'étais servi de divers manomètres en usage dans l'industrie; mais j'ai dû reconnaître le peu de précision des indications qu'ils fournissent, et chercher un moyen qui fût à l'abri des incertitudes d'un appareil mécanique.

» D'après les conseils de M. l'ingénieur Kretz, j'ai obtenu des évaluations précises en plongeant mes appareils munis d'index dans la mer, à des profondeurs connues. A cet effet, j'ai profité des grandes profondeurs que l'on trouve aux environs de Toulon; malheureusement, après plusieurs jours d'attente, et contrarié par une mer des plus mauvaises, j'ai été forcé de m'arrêter à quelques milles du cap Sépet, sans pouvoir atteindre les profondeurs de 2000 mètres, pour lesquelles j'avais disposé mes lignes et qui m'auraient donné une vérification très-complète de la loi que j'étudie.

» Malgré ce contre-temps, j'ai pu constater, en immergeant cinq manomètres à index, construits par MM. Alvergniat, ainsi que des thermomètres à maxima et à minima destinés à opérer les corrections de température,

que la déformation des enveloppes de verre est bien proportionnelle à la pression.

» Pour compléter la vérification de la loi à des pressions élevées, j'ai comprimé mes manomètres à index, dans un tube d'acier, à des pressions de plus de 400 atmosphères, et j'ai reconnu qu'ils marchent parfaitement d'accord.

» Après avoir ainsi établi que la déformation de l'enveloppe de verre est proportionnelle à la pression, il restait à faire la graduation propre à chacun de mes manomètres. Dans ce but, j'ai établi un manomètre à mercure, à *air libre*, qui peut indiquer des pressions de 34 atmosphères, et dont je donnerai la description dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la mannite, au point de vue de ses propriétés optiques;* par MM. **A. Müntz** et **E. Aubin**. (Extrait par les auteurs.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Edm. Becquerel.)

« Dans ce travail, nous avons étudié la mannite au point de vue de ses propriétés optiques. M. Vignon a montré que le borax qui, suivant Biot, a sur l'acide tartrique une action remarquable, exerce sur la mannite une influence du même genre, en y développant un pouvoir rotatoire dextrogyre assez élevé. Nos expériences montrent que les sels métalliques en général, les sels alcalins ou alcalino-terreux en particulier, qui, suivant l'un de nous, modifient le pouvoir rotatoire des sucres actifs, font naître chez la mannite une action dextrogyre sur la lumière polarisée. Les alcalis, au contraire, y développent un pouvoir lévogyre.

» L'action de ces corps sur la mannite n'est cependant que passagère. Lorsqu'on enlève les sels ou les alcalis, la mannite redevient inactive; si l'on enlève l'alcali en le saturant par un acide, de lévogyre qu'elle était, la déviation devient dextrogyre sous l'influence du sel qui prend naissance.

» Nous avons appliqué la dénomination de *pouvoir rotatoire indifférent* à ces propriétés de la mannite et des corps qui, comme elle, sans posséder d'action sur la lumière polarisée, peuvent en acquérir une, tantôt lévogyre, tantôt dextrogyre, mais non permanente et disparaissant dès que le corps qui a provoqué l'action est éliminé, la substance dans laquelle cette action se développe se retrouvant inaltérée après cette élimination.

» La mannite doit, d'après nous, être rangée parmi les corps offrant les

phénomènes de dissymétrie moléculaire qui déterminent l'action sur la lumière polarisée et on peut lui appliquer les mêmes idées qu'aux autres substances actives. On s'est donc posé le problème suivant : étant données des mannites dérivant de sucres de propriétés optiques différentes, rechercher si les propriétés optiques de ces mannites sont en rapport avec celles des sucres générateurs.

» Pour préparer les mannites, on a employé la réaction indiquée par M. Linnemann, qui consiste à soumettre les sucres à l'action de l'hydrogène naissant, produit par l'amalgame de sodium. On s'est placé dans des conditions permettant d'obtenir un rendement en mannite très-considérable. L'amalgame ne contenait pas au delà de 1 à 1 $\frac{1}{2}$ pour 100 de sodium; le contact de l'amalgame et de la solution de sucre offrait une large surface.

» Dans les expériences qui ont été faites, on a obtenu comme rendement entre 20 et 30 de mannite purifiée pour 100 de sucre employé.

» Les sucres qui ont été soumis à l'action de l'hydrogène naissant sont les suivants : 1° le sucre de canne, qui a offert une résistance considérable à l'hydrogénation; 2° le glucose inactif, dit *glucose de Mitscherlich*, obtenu en chauffant à 160 degrés le sucre de canne, avec une petite quantité d'eau ; 3° le sucre interverti, provenant de l'action des acides sur le sucre de canne et constitué par un mélange de glucose normal et de lévulose, souvent accompagnés de petites quantités de glucose à pouvoir rotatoire nul ou peu élevé; 4° le glucose normal dextrogyre, extrait du sucre interverti et purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool ; 5° la lévulose du sucre interverti, préparée au moyen de la réaction indiquée par M. Dubrunfaut, qui consiste à précipiter la lévulose à l'état de combinaison calcaire, en opérant à basse température ; 6° le glucose lévogyre, que nous appelons *inulose*, obtenu en traitant par les acides l'inuline extraite des tubercules de dahlia ou des racines d'aulnée.

» Tous ces sucres, sauf le sucre de canne, sur lequel on n'a pas poussé plus loin les expériences, ont donné de la mannite, qui a été purifiée par des cristallisations répétées dans l'alcool.

» Pendant que s'exerçait l'action de l'hydrogène naissant, on examinait, de jour en jour, l'action du glucose non détruit sur la lumière. On a pu ainsi constater qu'il y a diminution sensible, ou quelquefois même annulation complète du pouvoir rotatoire.

» Pour étudier l'action de ces diverses mannites sur la lumière polarisée, on a mis à profit l'influence qu'exerçaient sur elles le borate de soude et la

soude caustique ; on a, en outre, préparé les composés nitrés, qui, comme on sait, sont optiquement actifs.

» 1° On a d'abord observé ces mannites en dissolution dans l'eau : 100 centimètres cubes de solution contenaient 10 grammes de mannite.

		Déviation.
1° Mannite obtenue	du glucose inactif	— 0,2 (1)
»	du sucre interverti	— 0,2
»	du glucose du sucre interverti	— 0,1
»	de la lévulose du sucre interverti	— 0,1
»	du glucose d'inuline	— 0,0

» Ces diverses mannites étaient donc inactives; il est cependant à remarquer que, ainsi que toutes les autres que nous avons eu l'occasion d'examiner, elles avaient une très-légère tendance à dévier à gauche.

» 2° La solution contenait, pour 100 centimètres cubes : mannite 10 grammes, borax 12^{gr},8.

		Déviation.
Mannite obtenue	du glucose inactif	+ 23,1
»	du sucre interverti	+ 22,0
»	du glucose du sucre interverti	+ 23,0
»	de la lévulose du sucre interverti	+ 21,6
»	du glucose d'inuline	+ 22,0

» Ces chiffres sont assez rapprochés pour qu'on puisse admettre que le borax exerce sur ces diverses mannites une action identique, en y développant un pouvoir rotatoire de même sens et de même grandeur.

» 3° La solution contenait, pour 100 : mannite 8, soude caustique hydratée 8.

		Déviation.
Mannite obtenue	du glucose inactif	— 3,7
»	du sucre interverti	— 3,5
»	du glucose du sucre interverti	— 3,4
»	de la lévulose du sucre interverti	— 3,2
»	du glucose d'inuline	— 3,2

» Ici encore l'action de la soude a été la même sur ces mannites d'origines diverses.

» 4° Nitromannites purifiées par cristallisation dans l'alcool. La solution contenait 3 grammes de nitromannite dans 100 centimètres cubes d'alcool absolu.

---

(1) Les déviations sont exprimées en divisions saccharimétriques.

		Déviation.
Nitromannite obtenue	du glucose inactif	+ 12,7
»	du sucre interverti	+ 12,3
»	du glucose du sucre interverti	+ 12,3
»	de la lévulose du sucre interverti	+ 12,5
»	du glucose d'inuline	+ 12,3

» Les composés nitrés de ces différentes mannites ont donc la même action sur la lumière polarisée.

» Il résulte des observations contenues dans ce travail que la mannite, quelle que soit son origine, présente des propriétés optiques identiques. Il n'y a donc pas lieu de penser que ce corps puisse affecter, comme on devait s'y attendre, des états moléculaires différents, caractérisés par une action sur la lumière polarisée, en rapport avec l'action du sucre générateur.

» Ce travail a été fait à l'Institut agronomique, dans le laboratoire de M. Boussingault. »

NAVIGATION. — *Sur la carène de moindre résistance.* Mémoire de M. **Béléguic.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Pâris, Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme.)

« Malgré ce qu'ont écrit divers auteurs, sur ce qu'ils entendent par de bonnes formes de carène, on peut dire qu'on n'a jeté jusqu'ici que peu de lumières sur cette importante question, laissée, à bien dire, au coup d'œil du constructeur.

» On a trouvé de grands avantages à l'allongement des carènes, pour mieux diviser l'eau par des formes plus aiguës; la vapeur, permettant de négliger les qualités gyratoires indispensables au navire à voiles, a fait construire des navires deux fois plus longs que les anciens, tout en conservant les mêmes formes générales. Mais, en observant le bourrelet formé à l'avant d'un navire en marche et les qualités de l'eau, j'ai été amené à conclure que, pour faire place au navire, cette eau éprouvait un surcroît d'obstacle résultant des formes de l'avant, qui tendent à la repousser plutôt vers le bas. Il vaut donc mieux diviser d'abord l'eau en dessous de sa surface, pour qu'elle trouve une place vers le côté de moindre résistance, c'est-à-dire au-dessus de sa surface en repos. Or, les couples en V, d'autant plus ouverts qu'ils se rapprochent du milieu, produisent une répulsion de haut en bas, d'autant plus nuisible que la marche est plus rapide. D'après cela, toute la partie antérieure doit être modelée de manière à favoriser, plutôt qu'à contrarier, l'ascension du liquide qu'elle déplace.

» La forme usitée a aussi le désavantage de ne pas soutenir le poids de l'avant, qui ne déplace pas d'eau, et d'abandonner cette partie en l'air, pour la laisser retomber, lorsque le creux de la lame passe sous elle; d'où résultent des chocs violents, quand la vague montante rencontre l'avant tombant. Aussi la dureté des tangages a fait modifier les avants lorsque la force de la vapeur a permis de marcher à l'encontre des vagues. Il est donc préférable de donner le plus de base possible à l'avant, tout en conservant aux parties supérieures des formes assez aiguës pour diviser la vague montante.

» C'est ce que j'ai fait exécuter à bord du *Renard*, dont le tangage est très-doux et qui n'embarque pas de ces paquets de mer qui envahissent le pont et forcent parfois à retarder la marche pour cette seule cause. L'éperon des cuirassés a donné des résultats presque semblables. La forme du *Renard* fait suivre, pour ainsi dire, la courbe des vagues, au lieu de décrire violemment des angles beaucoup plus grands que ceux de la surface de l'eau en mouvement.

» Quant à l'arrière, où l'eau se réunit après le passage de la carène, il faut que ce soit aussi d'une manière progressive, afin que le navire ne traîne pas de l'eau, comme on le dit. Il s'opère à l'arrière un abaissement, comme il s'est fait un soulèvement à l'avant, et, en admettant que l'eau de remplacement vient de préférence à la surface, j'en conclus qu'il faut modeler l'arrière de manière à éviter cet effet, si sensible à l'arrière des chaloupes à vapeur. L'eau de remplacement ne peut remplir le vide qu'en vertu de son poids, tandis que celle qui est déplacée à l'avant peut être divisée très-vite, pourvu que les formes ne s'opposent pas à son ascension obligée. Une disposition judicieuse de l'avant atténue beaucoup le tangage.

» En résumé, en renonçant aux anciennes idées, il convient que l'avant s'oppose le moins possible à l'ascension du liquide, qui doit, de toute nécessité, trouver une place vers sa surface; il doit présenter le plus de base possible, afin de faire équilibre à son poids et d'atténuer sa tendance à tomber, quand il passe sur le creux de la lame. En outre, ses parties supérieures doivent être assez aiguës, pour laisser passer la lame à droite et à gauche, en détournant l'eau, pour qu'elle ne couvre pas l'avant. L'arrière doit être modelé de manière que l'eau de remplacement tombe le plus directement possible dans le vide qui se produit, et cela, par un écoulement naturel de haut en bas. Enfin, les parties immergées ne doivent présenter que des angles très-aigus. »

VITICULTURE. — *Notes relatives aux effets produits par le Phylloxera sur les racines de divers cépages américains et indigènes;* par M. **Foëz.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Un grand nombre d'observations micrographiques, faites sur les racines de l'Alvey, de l'Herbemont (*Vit. æstiv.*) et du Taylor (*V. cordif.*), m'ont permis de constater que les attaques du Phylloxera entraînaient sur ces organes des conséquences variables suivant leur état plus ou moins avancé de lignification.

» Lorsque la racine n'est encore composée que de tissu cellulaire, le renflement résultant de la piqûre de l'insecte prend généralement une extension assez considérable; il est constitué par un tissu lâche et aqueux qui se marbre de taches brunes et ne tarde pas à se désorganiser, entraînant la perte complète de la partie atteinte, comme cela a lieu pour nos vignes du pays.

» Quand le système fibro-vasculaire a fait son apparition au milieu de la masse cellulaire primordiale, cette dernière se comporte comme précédemment; sous les attaques du Phylloxera, elle se renfle sur une longueur quelquefois assez grande, elle brunit, se désorganise, sèche et finit par s'exfolier en se détachant du corps ligneux qui continue à se développer et à émettre des bourgeons rhizogènes que l'on voit traverser le tissu cellulaire hypertrophié, comme le représentent les figures dessinées très-exactement d'après nature que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Lorsque, enfin, la racine est bien lignifiée, au moment où la couche subéreuse n'atteint plus en épaisseur que le tiers environ du rayon de la section, la piqûre détermine un renflement formé par des cellules très-serrées au début et ayant l'apparence d'une petite verrue. Ce renflement, très-limité en surface (de $0^m,0015$ à $0^m,0035$ de diamètre environ, lorsqu'il est isolé), n'intéresse que l'enveloppe cellulaire de la racine sans pénétrer dans les faisceaux ligneux, ni dans les rayons médullaires qui les séparent. Au bout de quelque temps, la petite loupe ainsi produite se désorganise, sèche et se détache, tandis que les tissus sous-jacents se reconstituent d'une manière complète, ainsi que nous avons pu nous en assurer par l'examen d'une série de sections prises sur des loupes dans les divers états que nous venons d'indiquer.

» Ces faits nous semblent appuyer les vues émises par M. Planchon dans son livre : *Les vignes américaines, leur culture, etc.*, pages 75 et 76, et con-

firmer la remarque qui y est consignée relativement au Taylor. Nous pensons qu'il est également utile de les rapprocher de quelques observations sur la marche de la désorganisation des racines chez nos vignes indigènes, constatées sur l'Aramon, le Grenache et la Carignane. Dans ces cépages, la destruction de la racine n'a plus lieu seulement avant la formation du corps ligneux : la désorganisation s'étend de la couche subéreuse dans les rayons médullaires, de telle sorte que, comme il est facile de le constater dans une racine arrivée à un degré de pourriture suffisant, les faisceaux ligneux restent isolés au milieu des résidus brun noirâtre laissés par la destruction du tissu cellulaire. Ce fait pourrait peut-être être expliqué par la plus grande épaisseur de la couche subéreuse et par la structure des rayons médullaires, qui sont larges et remplis d'un tissu lâche et transparent dans les racines des vignes indigènes, tandis qu'ils sont très-étroits et formés par un tissu serré et opaque dans les variétés américaines mentionnées plus haut.

» En résumé, sans vouloir préjuger quant à présent des résultats que pourront me donner les recherches plus générales que je poursuis sur ce sujet, je crois que l'on peut du moins attribuer à la lignification plus prompte et plus parfaite des racines de certaines vignes américaines, qui vient s'ajouter au développement, proportionnellement très-grand, du système radiculaire des diverses espèces de cette origine, la résistance relative dont elles jouissent. »

VITICULTURE. — *Traitement des vignes phylloxérées par un mélange de sulfure de carbone, d'huile lourde et d'huile de résine.* Extrait d'une Lettre de M. **Rousselier** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« .... Depuis longtemps frappé des inconvénients du sulfure de carbone pur, et continuant à suivre la voie que vous avez tracée, j'avais mis dès le mois de septembre en expérience à Aimargues un mélange de sulfure de carbone et d'huile. Après divers essais, je suis arrivé à faire usage de 6 parties de sulfure de carbone, 1 partie d'huile lourde et 1 partie d'huile de résine végétale.

» Le but de ce mélange, dont vous avez vous-même indiqué le principe, est de fixer le sulfure de carbone comme le font les sulfocarbonates.

» Il a l'inconvénient de ne pas fournir de potasse à la vigne; mais il a l'avantage de donner 75 pour 100 de sulfure au lieu de 16.

» Il dégage celui-ci d'abord assez rapidement avec entraînement de vapeurs d'huile lourde, de manière à détruire la grande masse des Phylloxeras existant au moment de l'opération, et retient cependant assez de la vapeur toxique pour rendre l'action prolongée et détruire les nouveau-nés pendant plusieurs jours après l'opération.

» L'huile lourde, qui paraît être, après le sulfure de carbone, un des agents les plus énergiques de destruction du Phylloxera, voit ainsi son action étendue par l'entraînement du sulfure et modère à son tour le dégagement de celui-ci.

» Mais l'huile lourde, comme le goudron, exerce sur le bois de la vigne et sur ses racines une action plus nuisible que celle du sulfure liquide lui-même.

» L'huile de résine, au contraire, est tout à fait inoffensive à ce point de vue. Elle n'agit sur le Phylloxera que par contact, comme l'huile d'olive et les autres huiles végétales fixes; mais, tout en retenant le sulfure de carbone, elle intervient très-heureusement dans le mélange pour neutraliser ou atténuer au moins l'action pernicieuse que l'huile lourde et le sulfure de carbone exercent sur les racines avec lesquelles ils sont en contact.

» Le mélange de sulfure de carbone et d'huile, outre qu'il utilise mieux le sulfure de carbone, a l'avantage d'être plus favorable aux instruments que le sulfure pur, d'une manipulation plus facile, d'un transport moins dangereux et d'un prix notablement plus bas.

Actuellement	le sulfure de carbone vaut......	50^{fr}
»	l'huile de résine................	30
»	l'huile lourde...................	10

ce qui donne, pour 100 kilogrammes du mélange indiqué, $42^{fr},50$.

» Ainsi il est maintenant acquis que les vignes phylloxérées peuvent en toute situation être aisément traitées par des applications multipliées, principalement au printemps et à l'automne, en distribuant, à l'aide du projecteur, un insecticide efficace.

» Si j'ai un peu contribué à ce résultat, auquel beaucoup sans doute ont concouru, permettez-moi, Monsieur, d'en reporter jusqu'à vous le principal mérite. »

VITICULTURE. — *Note sur le traitement économique des vignes phylloxérées, au moyen des sulfocarbonates;* par M. DE LA VERGNE.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Le 19 juillet dernier, le sol d'une tache phylloxérée fut mouillé, au moyen d'une pompe, comme il l'est souvent sous notre climat, notamment en hiver, par des pluies abondantes et continues. Après s'être assuré que tout le cube de terre occupé par les racines des ceps était convenablement saturé d'eau, sa superficie fut arrosée avec du sulfocarbonate de potassium, à la dose de 50 grammes dans 2 litres d'eau par mètre carré.

» Cet arrosage fut fait absolument comme il se pratique dans les jardins pendant l'été. Cinq jours après l'opération et lorsque le sol fut un peu ressuyé, il fut procédé à l'examen des racines des ceps par M. Dupil et moi, avec le concours de M. Rouquayrol, professeur du lycée de Rodez, délégué par la Société d'Agriculture de l'Aveyron pour l'étude du Phylloxera. Les insectes avaient perdu leur couleur habituelle et paraissaient, les uns marron plus ou moins foncé, et les autres absolument noirs, semblables, disaient les vignerons, à des grains de poudre.

» Tous les œufs ne présentant pas des signes d'une aussi profonde altération, une seconde opération fut faite quinze jours après la première, c'est-à-dire le 3 août dernier.

» En se fondant sur ce que les œufs phylloxériens éclosent huit jours après avoir été pondus, et que les Phylloxeras femelles qui en proviennent ne deviennent pondeuses que vingt jours après l'éclosion, le sulfocarbonate, appliqué à la date indiquée, ne devait plus rencontrer d'œufs nouvellement pondus, si la première application avait tué tous les insectes.

» La seconde opération ayant été faite, les recherches les plus minutieuses et les plus fréquemment renouvelées jusqu'à la chute des feuilles, par M. Dupil ou ses vignerons et par nombre d'explorateurs, n'ont amené la découverte ni d'œufs, ni d'insectes sur les racines d'aucun des ceps opérés, tandis que le Phylloxera s'est montré pendant le même temps exceptionnellement abondant dans tous les points d'attaque des palus de Ludon et de Macau.

» Les ceps ainsi traités ont repris une végétation très-active, aussi bien dans leurs parties aériennes que dans leur système inférieur; ils ont poussé en août et septembre des radicelles et des sarments; leurs feuilles sont

restées vertes comme celles des ceps non phylloxérés, et leurs raisins sont parvenus à une parfaite maturité.

» D'un autre côté, l'amélioration constatée chez M. de Georges à la suite du sulfocarbonatage opéré sous la direction de M. Dumas en juin 1875, non-seulement s'est maintenue cette année, mais encore elle a fait des progrès très-sensibles sous l'action d'un traitement intelligemment renouvelé; et ce qui donne les plus grandes espérances, c'est que le foyer ne s'est pas étendu. Il est vrai que tous les ceps de la parcelle atteinte avaient été badigeonnés depuis le collet jusqu'à la fourche de la souche avec du coaltar.

De tout ce qui précède, je me crois fondé à conclure que la pratique, comme la théorie, justifie le procédé de sulfocarbonatage et de badigeonnage, que je conseille avec une obstination que rien ne saurait affaiblir.

» Je répète donc que le sulfure de carbone libre ou combiné est au Phylloxera ce que le soufre est à l'oïdium, qu'il ne s'agit plus que de l'appliquer rationnellement avec soin et opportunité.

» Si les propriétaires de vignes sont vigilants et actifs, s'ils s'attachent à découvrir, dans leur vignoble, les taches phylloxérées aussitôt que leur existence y est révélée par l'aspect douteux de quelques ceps, et s'ils recourent le plus promptement possible au traitement que je viens de décrire, ils n'auront que de petites surfaces à traiter et préserveront leurs vignes facilement, avec peu de bras et peu de frais, moins de 3 centimes par mètre carré. »

VITICULTURE. — *Nouvelle Note concernant les résultats obtenus par le traitement des vignes phylloxérées, au moyen du sulfure de carbone; emploi du nouveau pal distributeur.* Extrait d'une lettre de M. F. **Alliès** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans ma Communication du 20 septembre dernier, j'ai eu l'honneur de vous rendre compte des traitements de vignes phylloxérées opérés en 1876, et des résultats obtenus. Pendant le courant de l'année, après que l'insecte a été détruit, j'ai constaté, à différentes reprises, sur les vignes les plus maltraitées, la reprise de la végétation des racines; mais ces constatations, faites pendant la durée de la végétation, ne sont jamais que partielles, un côté seulement de la vigne étant déchaussé, dans l'intérêt de la

conservation du sujet. Aujourd'hui, que la séve a cessé tout mouvement, les mêmes ménagements ne sont plus indispensables, les investigations peuvent être plus étendues, et j'ai mis à profit la grande culture d'hiver pour faire des épreuves complètes de déchaussement. Les résultats sont remarquables et entièrement satisfaisants.

» Je ne m'occupe ici que des vignes arrivées au maximum du dépérissement, ayant perdu les racines sous l'action de l'insecte, mais dont le tronc n'est pas encore mort.

» Au mois de juin dernier, j'ai eu l'honneur de vous adresser un type de vigne, ayant perdu les racines, traitée en 1875, munie de racines nouvelles produites en 1875 et de sarments vigoureux produits en 1876, sur les coursons extrêmement chétifs de 1875. Actuellement, je prends la liberté de placer également sous vos yeux un spécimen de vignes ayant perdu les racines antérieurement à tout traitement, arrivées au maximum de la décadence, traitées en 1876, ayant produit des rameaux extrêmement faibles, mais avec un nouveau système de racines produit à la suite du traitement. L'année prochaine, le nouveau système des racines se renforcera et se continuera, des rameaux vigoureux naîtront des rameaux rachitiques de 1876, et le sujet deviendra exactement semblable, comme type de reprise, à celui que j'ai eu l'honneur de vous adresser au mois de juin.

» J'ai pensé qu'il pouvait y avoir intérêt à fixer l'attention sur cette première étape de la régénération. La reprise d'une vieille vigne est peut-être encore plus remarquable, en raison de l'effort que la séve a dû faire pour percer le vieux bois.

» Les faits très-nombreux, que j'ai observés en 1875 et en 1876, démontrent que toute vigne phylloxérée, quel que soit son état de dépérissement, est régénérée par le traitement.

» Un point spécial a fait l'objet de nombreuses polémiques : le Phylloxera est-il la cause de l'état de la vigne, ou bien n'est-il que la conséquence d'un dépérissement dû à une cause inconnue ? Si cette question pouvait encore exister, elle trouverait dans les faits de reprise que je viens d'indiquer un argument décisif.

» J'ai eu l'honneur de vous adresser, le 9 mars et le 27 avril de l'année courante, un spécimen de chacun des deux pals distributeurs que j'ai construits et employés, le premier en 1874 et 1875 et le deuxième en 1876, pour le traitement des vignes phylloxérées, le deuxième pal réalisant

un perfectionnement et une simplification par rapport au premier (1).

» L'instrument est solide : celui que je prends la liberté de vous adresser a été éprouvé par une trentaine de mille trous; il pèse, vide, 8 kilogrammes; avec la provision de sulfure, 12 kilogrammes; il permettra d'opérer désormais d'une manière constamment exacte, sûre et prompte.

» Le travail devient tout à fait machinal et la question de main-d'œuvre n'a plus aucune importance, puisque, avec un sol favorable quant à l'état de siccité, le cultivateur peut, selon son activité, traiter de 1000 à 1500 pieds de vigne par jour. »

VITICULTURE. — *Résultats obtenus à Cognac sur les vignes phylloxérées, en combinant le traitement avec les sulfocarbonates alcalins et la décortication des ceps suivie d'un badigeonnage.* Note de M. **Mouillefert**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« A partir du jour où M. Balbiani eut découvert l'œuf d'hiver du Phylloxera et la partie du cep où il était déposé, toutes les personnes qui étaient au courant des remarquables travaux du savant délégué de l'Académie pensèrent avec lui qu'on pouvait tirer un grand parti de cette découverte en pratiquant l'écorçage des ceps et leur badigeonnage avec toute substance capable de détruire l'œuf régénérateur du Phylloxera.

» M. Boiteau se mit de suite à l'œuvre, et fut assez heureux pour faire partager sa conviction à un grand nombre de personnes au Congrès de Bordeaux, tenu en décembre 1875. Le Comité de Cognac, dès l'hiver dernier, entreprit des expériences variées dont voici les résultats :

» *Première expérience.* — Cette expérience a été faite du 4 au 6 février, sur une vieille vigne de M. Thibaud, adjoint de Cognac.

» Le décorticage a été exécuté avec la main armée d'un gant de peau et avec un vieux couteau. Toutes les parcelles d'écorce mortes et non adhérentes au bois furent enlevées avec beaucoup de soin jusqu'au collet des ceps. Comme ceux-ci étaient très-développés, hauts de 60 à 75 centimètres, et chacun muni de deux ou trois grosses branches, un ouvrier, dans une journée de huit heures, ne pouvait guère en décortiquer que 140 à 150.

(1) L'auteur place ici une description de son nouveau pal et l'indication des nombreux avantages qu'il présente. On n'a pu reproduire ici ces détails, à cause de leur étendue et de la difficulté que le lecteur aurait à les comprendre sans figures.

» Tous les débris étaient précieusement récoltés dans un panier et brûlés dans un endroit spécial.

» La vigne a été ensuite partagée en quatre parties :

» La *première partie* comprenait 400 ceps et a été badigeonnée avec du sulfocarbonate de potassium, qu'on appliquait au moyen d'un pinceau. Il en fallait environ un litre pour 20 ceps et une heure pour l'employer.

La *deuxième partie*, composée de 100 ceps, a été badigeonnée avec du goudron de houille de Nîmes, envoyé par M. Petit. Il en fallait environ un litre pour 15 ceps.

» La *troisième partie*, comprenant 100 ceps, n'a été que décortiquée.

» La *quatrième partie* était formée de 100 ceps qui n'ont été ni décortiqués ni badigeonnés, mais seulement traités avec le sulfocarbonate appliqué aux racines suivant le procédé ordinaire.

» Le premier effet que l'on ait constaté a été la mort de tous les ceps goudronnés; quelques-uns seulement ont émis quelques drageons ou rejets qui partaient, soit du collet, soit de la partie souterraine ; mais partout où l'on avait mis du goudron, les tissus vivants sous-jacents ont été détruits, et la tige entière a été comme carbonisée.

» Quant aux ceps qui ont été badigeonnés avec le sulfocarbonate, malgré le degré de la solution (42° B.), ils ne semblaient pas souffrir au réveil de la végétation : les bourgeons mêmes que l'on avait touchés se sont développés.

» Mais où l'effet du badigeonnage avec cette substance est surtout devenu visible, c'est à la fin de l'été. Tandis qu'à cette époque, dans les endroits où l'on n'avait pas badigeonné, où l'on avait seulement traité les racines, les Phylloxeras avaient commencé à redevenir très-nombreux, et à produire des renflements sur le chevelu récemment formé, sur les ceps traités extérieurement et sous terre, il n'y en avait au contraire presque pas. Il fallait encore, au 25 septembre, regarder les racines de plusieurs pieds pour trouver un renflement. En ce moment même les insectes sont encore si rares que l'on peut considérer toutes les racines formées pendant l'été comme indemnes ; un nouveau traitement souterrain ne sera peut-être pas nécessaire l'année prochaine: un deuxième badigeonnage suffira probablement. L'aspect de la végétation était aussi très-supérieur à celui des autres parties à l'époque de la vendange.

» Sur les ceps badigeonnés, la nécessité d'un deuxième traitement se

faisait sentir dès la fin de juillet; et, pour que ces ceps continuent à se rétablir, il faut absolument un autre traitement avant le départ de la végétation.

» L'effet du badigeonnage avec le sulfocarbonate de potassium a donc été on ne peut plus sensible dans cette expérience.

» *Deuxième expérience.* — La deuxième expérience a été effectuée sur la vigne de M. Ed. Martell, à Chanteloup. Lors du traitement général de cette vigne, qui eut lieu en mars, une planche de trois lignes de ceps et une autre de six lignes, après avoir été décortiquées, furent badigeonnées avec une solution de sulfocarbonate de sodium. Mais ici, afin de diminuer le prix de revient de l'opération pour la deuxième planche, on a étendu la solution de son volume d'eau. D'après nos expériences de l'année dernière, une telle solution devait être encore assez énergique pour tuer les œufs du Phylloxera en quelques minutes, c'est-à-dire bien avant que la décomposition du produit se fût accomplie.

Mes prévisions se sont heureusement réalisées, comme dans la première expérience; tandis que, dans le mois d'août, les ceps de ces deux planches avaient encore très-peu d'insectes sur les racines anciennes et sur les nouvelles, sur ceux des planches voisines, au contraire, qui n'avaient été traitées qu'avec le procédé ordinaire, les renflements étaient très-nombreux. Un deuxième traitement a été effectué dans le courant d'août, afin que les bons effets du premier ne fussent pas compromis. Dans le premier cas, le besoin ne s'en fait pas encore sentir.

» *Conclusion.* — Il ressort de ces deux expériences :

» 1° Que la décortication des ceps, suivie d'un badigeonnage avec une substance capable de tuer les œufs d'hiver du Phylloxera, produit un effet sensible sur la multiplication de cet insecte dans le courant de l'été;

» 2° Que les sulfocarbonates alcalins semblent être particulièrement énergiques contre les œufs d'hiver (1), même en solutions étendues d'eau, et qu'ils ne sont pas nuisibles à la vigne;

» 3° Que le goudron au contraire, employé pur, est mortel pour la vigne, et que son énergie contre l'insecte n'est pas aussi considérable que celle des sulfocarbonates (Balbiani, *loc. cit.*);

» 4° Que, dans les vignes phylloxérées, un badigeonnage évite au

---

(1) Les expériences de M. Balbiani sont venues tout récemment confirmer directement ce fait. (Voir les *Comptes rendus* de novembre.)

moins un traitement d'été, toujours fort coûteux, et peut-être plusieurs; que cette opération, qui détruit les œufs d'hiver déposés sur la partie aérienne des ceps, est le complément nécessaire du traitement des racines. Appliquée aux vignobles sains et effectuée avec soin, elle fait espérer leur préservation.

» En résumé, la décortication des ceps, suivie d'un badigeonnage avec les sulfocarbonates ou avec toute autre substance efficace, devient une opération courante de la culture des vignes phylloxérées ou susceptibles de l'être. »

M. **Baulard**, M. **Escoula**, M. **A. Ferrat**, M. **Berthon**, M. **Paillet** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **E. Turpin** adresse la description et le dessin d'un nouveau régulateur pour les machines à vapeur.

(Renvoi à l'examen de M. le général Morin.)

M. **Rigoulet** adresse un Mémoire relatif à la pression exercée par un liquide en mouvement sur une surface plongée.

(Renvoi à l'examen de M. Dupuy de Lôme.)

M. **E. Miniac** adresse la description et le dessin d'un projet de navire, auquel il donne le nom de « bateau dompteur ».

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme.)

M. **B. de Chancourtois** adresse un complément à sa précédente Communication, sur l'intervention probable du cyanogène dans la formation des roches granitoïdes.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **A. Brachet** adresse une nouvelle Note relative à l'éclairage par la lumière électrique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. **Mallat** adresse une Note relative à un procédé de dosage de la fuchsine dans les vins.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation d'un décret par lequel le Président de la République autorise l'Académie à accepter la donation de dix mille francs qui lui a été faite par Mme Vve *Poncelet,* pour assurer la réimpression des Œuvres de feu le général Poncelet, et pour permettre d'offrir, chaque année, un exemplaire de ces Œuvres au savant qui aura mérité le prix Poncelet fondé par elle, en 1868.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La cinquième édition du « Cours élémentaire de Chimie » de M. *L. Troost;*

2° Les deux premiers volumes de la « Chimie technologique et industrielle de *Fr. Knapp* », traduite sur la 3e édition allemande par MM. *E. Mérijot* et *A. Deluze.*

ASTRONOMIE. — *Calcul de trois observations de la nouvelle étoile du Cygne;* par M. J. **Schmidt**.

« Dans une première Lettre, du 25 novembre, j'ai donné une position de la nouvelle étoile du Cygne, qui n'était qu'une approximation. La mesure était exacte (nov. 24), mais je n'avais pu trouver le temps de faire le calcul exact, avant le départ de la poste. . . . .

» En combinant les mesures des 24 novembre, 7 et 5 décembre, j'ai trouvé :

Pour la nouvelle étoile 1876.........	$21^h.36^m.50^s,38$	$+42^\circ.16'.30'',5$
D'où la position pour 1855.........	21.36. 1,2	+42.11.1

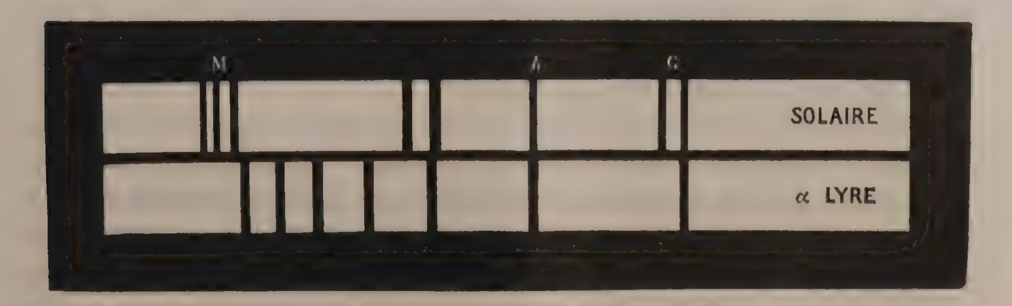
» L'intensité de la lumière a beaucoup diminué :

Nov. 24 et 25	3,0	grandeur.
26	3,1	»
27	3,2	»
28	3,8	»
29	4,7	»
30	5,0	»
Déc. 1	5,2	»
2	5,4	»
3	5,6	»
4	5,8	»
5	5,9	»
7	6,3	»
8	6,5	»

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note préliminaire sur les photographies des spectres stellaires;* par M. **W. Huggins.**

« En 1863, le Dr Miller et moi, nous prîmes sur collodion humide une photographie du spectre de l'étoile Sirius; mais, pour des raisons que nous avons indiquées (*Philosophical Transactions,* 1864, p. 428), les raies ne présentaient aucune netteté.

» J'ai repris dernièrement, avec plus de succès, ces premières tentatives. De graves difficultés se présentent, lorsqu'on cherche à obtenir des spectres photographiques des étoiles, assez purs pour permettre d'y observer des raies.



» Dans cette Note préliminaire, je ne me propose pas de décrire l'appareil spécial qui a été construit, ni tous les résultats que j'ai obtenus jusqu'à présent. Je désire seulement avoir l'honneur de soumettre à l'Aca-

démie une copie de la photographie du spectre de Vega (α Lyre). La plaque sèche resta dans l'instrument jusqu'au lendemain, et je pris alors, à travers la partie de la fente qui était fermée lorsque l'instrument était dirigé vers l'étoile, un spectre solaire pour servir de comparaison directe avec celui de l'étoile.

» On y remarque sept raies larges, dont deux coïncident avec deux raies de l'hydrogène dans le spectre solaire.

» Le télescope, à miroir métallique, a 18 pouces anglais d'ouverture. Le prisme est de spath d'Islande, et les lentilles de cristal de roche. »

ASTRONOMIE. — *Observations relatives à l'explication du phénomène de la goutte noire, au moment du contact extérieur de Vénus et du Soleil.* Lettre de M. **Van de Sande Backhuyzen** à M. Faye.

« Permettez-moi de vous adresser un exemplaire de mes Rapports des deux dernières années sur l'état de l'Observatoire, une Note concernant l'erreur des Tables de Vénus quand la planète est près de son nœud ascendant, une Note sur les observations de Vénus par les officiers de la marine néerlandaise et une Note sur la formation du ligament noir au moment du contact extérieur de Vénus et du Soleil, publiée dans les *Astronomische Nachrichten*, n° 1988. Je prends la liberté de vous adresser aussi cette dernière Note, quoiqu'elle date déjà de près de trois ans, parce que j'ai vu avec plaisir, dans les *Comptes rendus* du 20 novembre 1876, que M. André qui, avec M. Wolf, était autrefois, en 1869, d'une opinion contraire, est arrivé, indépendamment de moi, sans qu'il ait pris connaissance de mon travail, exactement aux mêmes résultats que ceux que j'ai publiés dans les *Astronomische Nachrichten*. Permettez-moi de vous donner un court aperçu du contenu de mon Mémoire.

» D'abord, je démontre que les phénomènes que j'ai observés avec mon appareil ne pouvaient être expliqués par l'aberration de sphéricité de l'objectif, et que, au contraire, la diffraction de l'objectif pouvait servir à expliquer l'ensemble des phénomènes; mais, pour voir si cette explication était juste, j'ai calculé l'intensité de la lumière diffractée dans différentes phases près du contact réel. En premier lieu, j'ai considéré le moment de contact réel intérieur, et j'ai calculé pour 36 points, sur une ligne située à la même distance des bords de Vénus et du Soleil, l'intensité pour trois objectifs suivants de 10, 7 et 4 pouces d'ouverture, et je fais voir que

l'intensité des différents points de l'image, telle que l'œil l'aperçoit (intensité subjective), ne diffère que fort peu de l'intensité calculée de l'image formée par l'objectif (intensité objective).

» On voit immédiatement, par les valeurs des intensités en différents points, que j'ai réunies dans un tableau, que près du point de contact il doit se former un ligament noir, et de la manière dont l'intensité s'accroît en s'éloignant du point de contact, je déduis que le contour du ligament est assez bien déterminé et que les dimensions de la goutte ou du ligament diminuent avec l'intensité de la lumière et aussi avec un agrandissement de l'objectif.

» Après avoir démontré de cette manière que les phénomènes causés par la diffraction sont les mêmes que ceux qu'on observe pendant la formation de la goutte noire, je discute les autres explications que l'on a données : l'irradiation, l'aberration de sphéricité de l'objectif, la mise au point de l'oculaire et la polyopie.

» Ensuite je fais voir quel est le phénomène de la goutte noire quand le bord de la planète et du Soleil sont à une petite distance de 0″, 1 et 0″, 2; dans ces deux cas, j'ai déterminé, de la même manière que pour le contact réel pour un objectif de 4 pouces, l'intensité de la lumière diffractée dans les environs du point où la distance des bords est minimum, et de là je déduis quel est le phénomène qu'on doit observer pendant le passage de Vénus pour obtenir le moment du contact réel. Pour faire voir quel est l'avantage d'un objectif de grande ouverture, j'ai calculé aussi l'intensité de la lumière quand les bords sont à une petite distance et que l'objectif est de 10, 7 ou 4 pouces d'ouverture.

» En dernier lieu, j'ai déterminé les phénomènes de diffraction qui doivent se produire quand la planète n'est pas encore entrée tout à fait sur le disque solaire, quelques instants avant le moment du contact, pour apprécier le degré d'exactitude avec laquelle on peut mesurer les cordes.

» Comme vous voyez, toutes les conclusions de M. André se trouvent dans ma Note : 1° la diffraction cause du phénomène de la goutte noire; 2° l'influence du diamètre de l'objectif; 3° l'influence de l'intensité de l'image; 4° l'existence d'une phase simultanée pour toutes les lunettes; 5° l'exactitude avec laquelle on peut observer ce phénomène (d'après mes observations, l'erreur est au plus égale à $1^s,5$, de même que pour M. André). Seulement je ne serai pas d'accord avec M. André quand il dit que les dimensions du pont sont inversement proportionnelles au diamètre de l'objectif.

» En général, la goutte diminue quand l'ouverture de l'objectif devient plus grande; mais, comme l'intensité totale de l'image a une assez grande influence sur les dimensions du pont, et que cette intensité change aussi avec les dimensions de l'objectif, une proportionnalité exacte n'existe pas.

» Naturellement M. André, en adressant son travail à la Commission du passage de Vénus, n'a pas connu ma Note, et, puisqu'il est très-probable qu'aussi d'autres astronomes auront oublié ce que j'ai écrit il y a trois ans, ou bien ne l'auront pas lu, je prends la liberté d'adresser mon Mémoire à vous, comme membre de la Commission du passage de Vénus; la comparaison des deux Notes sur le même sujet sera certainement de quelque utilité.

» Comme le travail de M. André a été communiqué à l'Académie, je vous serais fort obligé si vous vouliez avoir la bonté de faire aussi, si cela se peut, une courte Communication au sujet de ma Note dans les *Astronomische Nachrichten*. Pour d'autres astronomes, il sera peut-être de quelque intérêt de savoir que les longs calculs qui sont nécessaires pour déterminer l'intensité de la lumière diffractée pour différentes phases pendant le passage de Vénus ont été faits et où ils peuvent en trouver les résultats. »

« M. **Faye**, en présentant la remarquable Note de M. le directeur de l'Observatoire de Leyde, fait remarquer que, malgré l'analogie signalée entre les travaux de M. van de Sande Backhuyzen et ceux de M. André, on doit aussi reconnaître aux travaux de ce dernier savant une valeur propre qui a vivement frappé les personnes qui ont assisté à ses belles expériences dans les caves de l'École Normale. »

PHYSIQUE. — *Deuxième Note sur la théorie du radiomètre.* Extrait d'une Lettre de M. **W. Crookes** à M. du Moncel.

« Pour que les expériences faites avec le radiomètre soient bien concluantes, il est nécessaire que cet appareil soit rendu le plus sensible possible; et, pour obtenir ce résultat, je commence par produire le vide dans l'appareil à 1 ou 2 millionièmes d'atmosphère, en ayant soin de le maintenir pendant l'opération, et même quelques heures après, dans un bain d'air chaud élevé à la température de 300 degrés C. De cette manière, les gaz qui pourraient être retenus sur la surface interne du récipient et sur les différentes parties du moulinet se trouvent enlevés, et en même temps le vide est plus perfectionné. Quand l'appareil est refroidi, on introduit successivement, par l'intermédiaire d'une sorte de robinet à air, une petite quantité

d'air ou de gaz légèrement raréfié, jusqu'à ce que le manomètre indique que le vide est arrivé au degré correspondant à la plus grande sensibilité de l'appareil. Ce degré peut être d'ailleurs vérifié au moyen d'une lumière. En employant de l'hydrogène au lieu d'air et en constituant les ailettes du moulinet avec des lames de mica fortement chauffées et disposées sous un angle convenable, on obtient des radiomètres d'une sensibilité extrême, et je suis parvenu à les faire mouvoir sous l'influence seule de la lumière de la Lune. Ce mouvement se produisait du reste très-facilement dans une balance de torsion excessivement sensible que j'ai fait construire pour ce genre d'études. On a prétendu que certains observateurs avaient obtenu de cette manière, avec leur radiomètre, un fort mouvement de rotation; mais cette assertion doit être considérée comme erronée.

» J'ai fait un très-grand nombre d'expériences pour vérifier la théorie que j'ai donnée dans ma précédente Note et, tout dernièrement, je l'ai soumise à une épreuve décisive en partant du raisonnement suivant : s'il est vrai que la force répulsive déterminée au sein du radiomètre est le résultat d'une réaction échangée entre les ailettes du moulinet et les parois internes du récipient, il doit s'ensuivre que, placé dans les mêmes conditions, le moulinet d'un radiomètre doit tourner plus vite dans un petit récipient que dans un grand. Or, pour m'assurer si cette déduction se vérifierait, j'ai construit un radiomètre composé de deux récipients, juxtaposés et soufflés ensemble. L'un de ces récipients était grand, l'autre petit, et ils communiquaient par une large ouverture. Au centre de chacun d'eux se trouvait un pivot de suspension en forme de coupe, soutenu par une tige de verre, et un même moulinet, dont les ailes étaient en mica fortement chauffé et avec un côté noirci, pouvait être adapté à l'un ou à l'autre des récipients. Dans un cas, la distance des ailes du moulinet à la paroi interne du récipient était à peu près de $\frac{1}{4}$ de pouce; dans l'autre cas, elle était de $\frac{1}{2}$ pouce. Or les moyennes des expériences entreprises avec les deux dispositions de l'appareil ont montré que la vitesse de rotation du moulinet était de 50 pour 100 plus grande dans le petit récipient que dans le grand, quoique soumis à l'action d'une même source lumineuse.

» J'ai construit encore des radiomètres à double moulinet dont les ailettes en mica fortement chauffé présentaient un côté alternativement noirci pour l'un des moulinets et des surfaces transparentes pour l'autre moulinet; ils pouvaient d'ailleurs tourner indépendamment l'un de l'autre; mais l'un était armé d'un petit morceau de fer, afin de permettre de le diriger avec un aimant et de mettre en contact deux des bras de ces systèmes

mobiles, de manière que, devant une des surfaces noircies de l'un, on pût placer une des surfaces transparentes de l'autre. Après avoir ainsi disposé les appareils et les avoir soumis à l'action d'une lumière dont les rayons pouvaient, par conséquent, traverser l'ailette transparente pour réagir sur la surface noircie de l'ailette placée derrière, j'ai reconnu que le moulinet dont les ailettes étaient transparentes était seul entraîné, et son mouvement durait jusqu'à ce que les bras des deux moulinets se fussent croisés à angle droit.

» Ayant reconnu que deux courants gazeux de sens contraires pouvaient réagir dans un même appareil, j'ai eu l'idée de construire un radiomètre à deux moulinets placés l'un au-dessus de l'autre, et dont les ailettes étaient noircies en sens inverse les unes des autres. En approchant une lumière du système, les deux moulinets se sont mis à tourner dans des directions opposées.

» D'un autre côté, l'expérience m'ayant montré que la réflexion d'un mouvement gazeux par une surface plane peut entraîner son changement de direction, j'ai construit un radiomètre dans lequel je pouvais placer, d'une manière fixe devant les ailettes du moulinet, un grand disque de mica transparent. En maintenant la partie noircie de l'une des ailettes à 1 millimètre de distance en arrière de ce disque, une lumière placée en avant a réagi sur le moulinet de manière à le faire tourner en sens contraire de sa direction ordinaire, c'est-à-dire en faisant avancer, vers la lumière, les parties noircies. Cet effet ne pouvait provenir que de la pression moléculaire déterminée en arrière de l'ailette noircie par suite de la réflexion du courant d'air, déterminé par cette surface noircie, lequel courant, se trouvant arrêté par le disque transparent, est obligé de rebrousser chemin en dehors de l'ailette mobile et de réagir sur elle par derrière.

» Il est vrai que les actions que nous venons de mentionner peuvent être expliquées aussi bien par la théorie de l'évaporation et de la condensation que par celle des mouvements moléculaires; mais, pour être fixé à cet égard, j'ai construit un radiomètre dont les quatre ailettes étaient constituées par de petites plaques de mica transparent, et le tout était monté dans un récipient assez grand. Sur un des côtés de ce récipient était fixée dans un plan vertical une plaque de mica noircie d'un côté, dont la position était telle que chaque ailette transparente, en passant devant elle, ne s'en trouvait éloignée que de 1 millimètre. Si, dans ces conditions, on approchait une lumière du système, et si, au moyen d'un écran, on faisait en sorte que la lumière ne tombât que sur les ailettes transpa-

rentes, aucun mouvement n'était produit; mais, si la lumière éclairait la plaque noircie, l'appareil se mettait à tourner brusquement et gardait son mouvement tant que la lumière agissait. Or cet effet est incompatible avec la théorie de la condensation et de l'évaporation; car elle exigerait alors, pour expliquer le mouvement continu du moulinet, que la lumière fût intermittente.

» D'après les expériences faites avec le radiomètre à double récipient, on a vu que, plus la surface absorbante des ailettes est rapprochée des parois d'un récipient, plus est énergique l'action déterminée par la lumière. Pour mettre ce fait hors de doute, j'ai employé une balance de torsion munie d'un miroir réflecteur. A un bout de l'aiguille suspendue de cet appareil était adapté un disque de mica chauffé et noirci d'un côté, et devant la surface noircie de ce disque se trouvait adaptée, parallèlement, une plaque de mica transparente, disposée de telle manière que la distance la séparant de la surface noircie pût être variée à volonté, dans des limites connues et sans nuire à la perfection du vide. Or les expériences faites avec cet appareil ont montré que, avec une même lumière tombant sur la surface noircie, la pression moléculaire exercée sur le disque transparent augmentait à mesure que la distance diminuait, quel que fût d'ailleurs le degré de perfection du vide. »

PHYSIQUE. — *Sur une disposition qui permet de reproduire, à l'aide de la sirène, l'expérience de Foucault (arrêt d'un disque tournant, sous l'action d'un électro-aimant)*. Note de M. **Bourbouze.**

« On connaît l'expérience de Faraday, qui consiste à placer, entre les pôles d'un électro-aimant puissant, un cube de cuivre ou d'argent suspendu à l'extrémité d'un cordon fortement tordu : le cube ayant été abandonné à lui-même et ayant pris un mouvement de rotation rapide, si l'on vient à lancer un courant dans l'électro-aimant, le cube s'arrête d'une manière à peu près instantanée.

» Foucault a réalisé un effet semblable, en faisant tourner un disque de cuivre entre les pôles d'un électro-aimant. Le mécanisme qu'il employait, pour produire la rotation, était celui qui lui avait servi à mettre en mouvement son gyroscope.

» La disposition que j'ai adoptée, pour répéter ces expériences, permet de rendre sensible à un nombreux auditoire l'action du magnétisme sur un disque tournant. Je fixe, sur l'axe d'une sirène, un disque de cuivre

rouge, parallèle au plateau mobile, et tournant entre les armures d'un électro-aimant qui peut être porté par la sirène elle-même. Pour donner le mouvement à la sirène, j'utilise l'appareil à entraînement d'air qui me sert pour la plupart des expériences d'acoustique. L'appareil une fois lancé, et le son produit étant d'autant plus aigu que la vitesse de rotation est plus grande, on fait passer le courant dans l'électro-aimant : le plateau s'arrête, et le son, jusqu'alors perceptible à une grande distance, cesse complétement.

» Je demande la permission de donner, à cette occasion, quelques indications sur l'appareil que je substitue à la soufflerie ordinairement employée pour faire marcher la sirène. Cet appareil se compose d'un réservoir à air comprimé, d'une cinquantaine de litres de capacité; il est mis en communication avec un conduit dont l'extrémité est très-fine, et qui s'engage dans l'axe d'un tube conique beaucoup plus large : dans le tube extérieur, on a ménagé, comme dans le bec de Bunsen, des ouvertures pour produire un entraînement d'air. Cette disposition permet d'obtenir des sons plus élevés qu'avec des souffleries ordinaires. Un manomètre, mis en communication avec le tube d'entrée, indique la pression qui correspond à un son déterminé. »

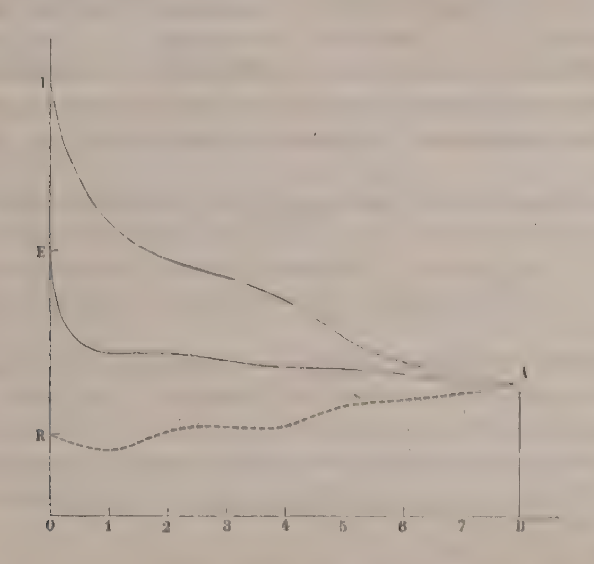
PHYSIQUE. — *Méthode pratique pour expérimenter un élément de pile.* Note de M. **Leclanché**, présentée par M. du Moncel.

« En faisant l'essai d'un élément de pile, on doit avoir pour but, non-seulement d'évaluer le travail électrochimique extérieur qu'il peut produire en pratique, mais également toutes les variations des conditions dans lesquelles ce travail aura été effectué.

» Pour arriver à représenter ce travail électrochimique, la méthode graphique m'a semblé la plus avantageuse.

» La figure ci-contre indique les courbes des forces électro-motrices, des intensités et de la résistance de la pile. La surface comprise entre la courbe AI et ses deux axes représente une surface proportionnelle au travail. Les ordonnées de cette courbe représentent les intensités I, I', I'', ... déterminées avec un rhéomètre peu résistant et sans accroître la résistance du circuit extérieur. Les ordonnées de la courbe EA représentent les forces électromotrices E, E', E'', ... correspondantes, quantités qui peuvent être déterminées directement par des grandeurs proportionnelles au sinus, ou à la tangente de l'angle de déviation d'une boussole suffi-

samment sensible pour indiquer des variations d'intensité, quoiqu'on ait ajouté à l'élément qu'on expérimente une résistance électrique extérieure d'environ 500 kilomètres de fil télégraphique de 4 millimètres. Dans ces conditions, en effet, c'est-à-dire ayant ajouté une résistance extérieure très-grande, on peut considérer les intensités comme représentant proportionnellement les forces électromotrices. La courbe EA représentera donc les variations des forces électromotrices.



» Au moyen de ces deux courbes AI et EA, et par une simple interpolation, étant donné un certain travail électrochimique, il sera toujours aisé d'en déduire la force électromotrice et l'intensité correspondante de la pile qui aura produit ce travail. D'un autre côté, à l'aide des deux courbes représentant les intensités et les forces électromotrices, on pourra calculer des ordonnées d'une autre nature qui détermineront une troisième courbe AR fort intéressante, qui sera celle représentant les variations de la résistance intérieure de la pile. Ces ordonnées s'obtiennent graphiquement par le tracé d'une troisième proportionnelle entre les forces électromotrices et les intensités correspondantes.

» En examinant la courbe AR des résistances, on constate qu'elle va en montant, ce qui doit être, puisque, la force électromotrice étant restée constante ou à peu près, les intensités vont en décroissant.

» Parmi les résultats intéressants que m'a fournis l'étude des piles, ceux ayant pour cause les variations de leur température m'ont paru

susceptibles d'attirer l'attention de l'Académie, et en voici quelques-uns :

« Une pile Daniell, à vase poreux de 12 centimètres de hauteur, ayant fonctionné pendant environ trois semaines, c'est-à-dire se trouvant dans les meilleures conditions de travail, car le vase poreux était légèrement incrusté de dépôts de cuivre et la solution dans laquelle plongeait le cylindre en zinc était à moitié saturée de sulfate de zinc, présente une résistance d'environ 835 mètres de fil de fer de 4 millimètres à la température de + 10°.

» En soumettant cet élément de pile à une température de 0°, sa résistance est devenue égale à 1258 mètres; à — 4°, elle a atteint 1400 mètres, et à — 6°, la cristallisation étant devenue considérable, une grande partie du sel se précipite, et la masse est tellement pâteuse qu'elle est presque solide. Entre — 6° et — 10°, la mesure de la résistance n'est plus guère possible, elle va constamment en croissant et atteint environ 20 kilomètres de résistance.

» La pile à sulfate d'oxydule de mercure, soumise aux mêmes variations de température, présente les mêmes phénomènes. A — 15°, la résistance devient égale à 20 ou 25 kilomètres. La force électromotrice de ces deux éléments, en revanche, varie peu; elle ne s'affaiblit que d'un dixième, tandis que sa résistance devient près de vingt fois plus considérable.

» En soumettant une pile au peroxyde de manganèse et sel ammoniac aux mêmes abaissements de température successifs, la résistance ne varie guère que du simple au double. Une résistance initiale de 230 mètres n'a atteint que 422 mètres à la température de — 18°, ce qui se conçoit, puisque, dans les mélanges réfrigérants ordinaires, une dissolution de sel ammoniac ne devient même pas pâteuse. La force électromotrice de cette pile n'a varié que de $\frac{1}{4}$.

» Une dissolution saturée de sulfate de cuivre se solidifie à — 5°.

» Une dissolution concentrée de sulfate de zinc se solidifie à — 7°.

» Cela est intéressant pour la télégraphie dans le nord de l'Europe. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence du sucre dans les feuilles des betteraves.* Note de M. **Corenwinder**, présentée par M. Peligot.

« J'ai poursuivi, l'été dernier, des recherches assez nombreuses sur les feuilles des betteraves, à l'effet de déterminer si elles contiennent du sucre et en quelle proportion. Je m'étais proposé de recommencer mes essais l'année prochaine, afin de multiplier mes observations dans des conditions variées; mais la Communication que M. Isidore Pierre vient de faire à l'Académie, sur le même sujet, m'engage à faire connaître les résultats que j'ai obtenus de mon côté.

» J'ai constaté que c'est principalement dans les côtes des feuilles qu'on trouve du sucre. Dans les feuilles elles-mêmes la quantité en est beaucoup plus faible, et il est difficile de la déterminer avec exactitude.

» Le sucre contenu dans les côtes est de même nature que celui que j'ai trouvé précédemment dans les jeunes pousses qui se forment sur les betteraves que l'on conserve en silo. Ce sucre dévie à droite le plan de polarisation de la lumière, et il réduit abondamment le tartrate cupropotassique. C'est donc du glucose. D'après quelques déterminations, le jus extrait des côtes contiendrait :

Glucose.......... 2^{gr},086 par décilitre.

Dans les côtes elles-mêmes j'ai dosé :

Glucose......... 1^{gr},607 pour 100.

» La quantité de sucre varie nécessairement dans les nervures médianes des feuilles de betteraves suivant les époques de leur croissance et en raison de bien d'autres conditions.

» Outre le glucose, ces feuilles renferment probablement une faible quantité de sucre cristallisable; mais je ne puis pas l'affirmer pour le moment. En intervertissant le jus des côtes par un acide, on n'en augmente pas le pouvoir réducteur d'une manière fort sensible.

» J'ai fait aussi un grand nombre d'analyses de racines de betteraves en comparant celles qui étaient surmontées de feuilles larges et bien développées à d'autres qui n'avaient que des feuilles petites et étroites : j'ai constaté ainsi que les premières étaient toujours notablement plus riches en sucre que les dernières (1).

» J'ai opéré, bien entendu, sur des racines de même poids venues dans un champ qui a été soumis aux mêmes conditions de culture. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur un moyen rapide de dosage de la chaux en présence de la magnésie, et sur l'application de la magnésie à la défécation des jus sucrés;* par MM. C. Bernard et L. Ehrmann. (Extrait.)

« Ayant constaté que la magnésie est insoluble dans les liqueurs sucrées, nous avons été amenés :

» 1° A employer les solutions de sucre pour séparer la chaux de la ma-

(1) Je dois rappeler que M. Dehérain a déjà signalé la présence du sucre dans les feuilles des betteraves. Du reste, on en trouverait probablement dans les feuilles de toutes les plantes saccharifères; celles de l'ananas, notamment, contiennent une proportion très-sensible de sucre réduisant le tartrate cupropotassique.

gnésie, en dosant la chaux dans la liqueur sucrée filtrée, la magnésie restant sur le filtre, où l'on peut facilement la laver pour séparer les dernières traces de chaux. Nous jugeons inutile de nous étendre sur les détails de l'opération, pour chacun des cas dans lesquels on peut ramener la chaux et la magnésie à l'état d'oxydes anhydres, facilement séparables par notre procédé.

» 2° A profiter de l'insolubilité de la magnésie dans les liqueurs sucrées, et de son alcalinité, pour l'employer comme défécant dans la fabrication du sucre.

» Après de nombreux essais, faits au laboratoire de MM. H. Souchon et Cie, sur des vesous provenant de cannes à divers états de maturité et de diverses espèces, nous avons reconnu que, dans tous les cas, avec des doses variant de 3 à 5 grammes de magnésie par litre de vesou (c'est-à-dire à des dosages d'environ $\frac{3}{1000}$ à $\frac{5}{1000}$, en ne tenant pas compte de la densité du vesou), la défécation est très-nette, et le jus déféqué filtre avec une grande facilité. Nous avons employé la magnésie calcinée, l'hydrate de magnésie, les carbonate et phosphate de magnésie; la défécation se fait très-bien dans tous les cas : c'est une question de dosage. Nous employons de préférence l'hydrate de magnésie, que nous pouvons, grâce aux circonstances locales, obtenir en quantité illimitée et à bas prix.

» Des essais faits sur une grande échelle, sur les propriétés Midlands, chez le Dr Jury, dont les procédés pour la fabrication du sucre de canne sont complétement entrés dans le travail des usines de cette île, et à Highlands, où l'on fait quarante milliers de sucre par jour, ont donné, malgré les conditions toujours défavorables d'un premier essai, suivant le Rapport présenté à la Chambre d'Agriculture par M. Dumat, Rapport que nous joignons à notre Note :

» 1° Un rendement, en sucre blanc de premier jet, de 6 à 7 pour 100 plus élevé que celui qu'on obtient généralement;

» 2° Une qualité de sucre qui ne le cède en rien aux plus belles qualités obtenues à l'usine.

» En terminant, nous insisterons sur ce point, que, dans le traitement des jus sucrés par la magnésie, la magnésie ne forme pas de sucrate de magnésie : on peut donc l'employer à forte dose sans inconvénient, et sans être obligé, comme pour la chaux, d'avoir recours à l'acide carbonique et au noir animal. Avec la magnésie, l'excès de corps défécant reste dans les écumes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la chute d'air froid qui a produit la gelée désastreuse du milieu d'avril 1876.* Lettre de M. J.-A. BARRAL à M. Faye.

« Dans les *Comptes rendus* de la séance du 4 décembre de l'Académie des Sciences, vous dites que vous soutenez, depuis longtemps, contre de savants météorologistes cette double thèse :

» 1° Les tourbillons atmosphériques à axe vertical, connus sous les noms de *trombes*, *tornados*, *cyclones*, sont descendants, c'est-à-dire qu'ils entraînent en bas l'air froid des hautes régions, au rebours du rôle que leur assignent les météorologistes.

» 2° L'air entraîné en bas reste froid, malgré la chaleur développée par la descente et la compression de l'atmosphère, toutes les fois que les courants supérieurs, où le tourbillon a pris naissance, charrient des cirrhus.

» Je partage entièrement votre manière de voir; elle me paraît démontrée par un très-grand nombre de faits qu'offrent journellement les observations météorologiques. Déjà, lorsque j'ai eu la fortune de constater, au mois de juillet 1850, la présence dans les hautes régions atmosphériques, à une hauteur de 7000 mètres, de petits glaçons ayant une température de 40 degrés au-dessous de zéro, j'ai attribué à la chute d'air froid un abaissement remarquable de température qui s'était manifesté à la surface de l'Europe (1), et Arago a dit alors à l'Académie qu'il n'était pas éloigné de considérer cette opinion comme fondée.

» Au mois d'avril dernier, dans la matinée du 14, jour du vendredi-saint, une gelée subite, très-intense, a produit un véritable désastre dans un grand nombre de localités de tout le midi de la France, et particulièrement en Provence. Ce froid a ruiné complétement beaucoup de cultivateurs; il a détruit les $\frac{4}{5}$ des produits de la vigne, réduit absolument à zéro un grand nombre de productions fruitières, et entièrement détruit la feuille des mûriers, en annulant comme conséquence la campagne séricicole qui était commencée. Il a même frappé les récoltes fourragères et les céréales. Vous trouverez ces faits signalés dans le Rapport sur les irrigations des Bouches-du-Rhône en 1876 que j'ai adressé à M. le Ministre de l'Agriculture et qui vient d'être imprimé à l'Imprimerie nationale. J'ai l'honneur de vous en adresser un exemplaire. Ces faits sont particulièrement indiqués à la page 216 de mon Rapport.

(1) *Voir* un Mémoire sur la question dans l'*Annuaire météorologique de France*, 1851, p. 320.

» J'ai constaté que le phénomène s'est fait sentir très-inégalement suivant les lieux, et que le froid s'est produit par un ciel couvert, de telle sorte qu'il n'était pas un effet des gelées par rayonnement nocturne, si fréquentes à cette époque de l'année. J'ai montré que le refroidissement avait eu lieu en même temps qu'un fort abaissement barométrique sur une grande partie de la France, les 14 et 15 avril, et vous verrez que j'ai terminé ma discussion par cette conclusion (p. 222) :

« On ne peut pas ne pas reconnaître ici une vraie chute d'air froid, avec de la neige ou des glaçons par place, une sorte de trombe frappant inégalement, mais capable de produire les funestes effets qui n'ont été que trop durement constatés dans les cultures des Bouches-du-Rhône. Il ne s'agissait pas d'un refroidissement par rayonnement dont des nuages artificiels eussent pu prévenir les désastres. »

» Le refroidissement du 14 avril a donné lieu à un abaissement de température qui, dans quelques localités, n'aurait pas été moindre que $-5^{\circ},94$C., en pleine campagne; dans les observatoires du Midi, il a été certainement de $-1^{\circ},5$, après que, les jours précédents, le thermomètre s'était élevé jusqu'à $+25^{\circ}$. Ce phénomène est incontestablement digne de fixer l'attention, et il me paraît ne pouvoir être expliqué que par la théorie des tourbillons atmosphériques descendants que vous soutenez avec tant d'éclat et, selon moi, avec tant de vérité. »

AGRICULTURE. — *Absorption, par une prairie, des principes fertilisants contenus dans un liquide chargé de purin et employé en arrosages.* Note de M. **A. Leplay**, présentée par M. H. Mangon.

« L'analyse du liquide contenu dans la fosse à purin de mon exploitation agricole m'a amené à constater les modifications que ce liquide subissait par son passage sur les surfaces gazonnées à l'arrosage desquelles il est destiné. Il me suffira de quelques lignes pour exposer les conditions de cette expérience, les résultats analytiques et les considérations pratiques qui peuvent en être déduites.

» Les sources de fertilité de ma fosse à purin, qui a environ 175 mètres cubes, sont : 1° les eaux ménagères et les vidanges de trois habitations; 2° les déjections liquides des étables qui contiennent soixante bêtes à cornes; 3° les animaux morts. La plus grande partie du liquide provient des eaux de pluie et de fontaine qui coulent dans les conduits et ruisseaux qui amènent le purin; il en résulte que le liquide est relativement peu

chargé, les matières solides se déposent au fond de la fosse, et le liquide d'arrosage, d'un brun foncé, est limpide et donne un résidu insignifiant par filtration.

» La pente du terrain permet au liquide de sortir par une bonde pour arriver dans la prairie où a eu lieu l'expérience; celle-ci est exposée au nord, et, à la fin d'avril, époque de l'arrosage, la végétation était peu avancée. La pente du sol est d'environ $0^m,06$ pour 1 mètre. La pelouse était très-desséchée, car il n'avait pas plu depuis un mois; aucune quantité d'eau, chassée par déplacement devant le premier flot, ne pouvait donc, dans le sol, affaiblir la richesse du liquide d'arrosage.

» Dans le sens de la plus grande pente, la prairie avait été divisée, à partir de la rigole d'amenée, en quatre parcelles, par des rigoles parallèles, à pente de 2 pour 100 environ, dans lesquelles je recueillais le premier liquide provenant de l'arrosage des parcelles supérieures.

» Voici la désignation des cinq échantillons soumis à l'analyse :

N° 1. Liquide à sa sortie de la fosse à purin.	
N° 2. Liquide recueilli après l'arrosage de la première parcelle, d'une largeur de...	35^m
N° 3. Liquide recueilli après l'arrosage de la première et de la deuxième parcelle, d'une largeur de..................................	45
N° 4. Liquide recueilli après l'arrosage de la première, de la deuxième et de la troisième parcelle, d'une largeur de....................	15
N° 5. Liquide recueilli après l'arrosage de la première, de la deuxième, de la troisième et de la quatrième parcelle, d'une largeur de.......	30
Largeur totale arrosée.....................	125

» La dernière analyse portera donc sur un liquide qui aura arrosé une bande de prairie de 125 mètres de largeur; l'arrosage a été commencé à 9 heures du matin, et le liquide n'est parvenu à la dernière rigole qu'à 5 heures du soir.

Analyses du liquide aux différentes périodes d'arrosage pour 1 litre.

	N° 1. A la sortie de la fosse.	N° 2. Après avoir arrosé 35^m.	N° 3. Après avoir arrosé 80^m.	N° 4. Après avoir arrosé 95^m.	N° 5. Après avoir arrosé 125^m.
Résidu desséché à 109 degrés....	gr 2,070	gr 0,910	gr 0,658	gr 0,514	gr 0,439
1° Résidu calciné.............	1,312	0,559	0,360	0,308	0,286
2° Matières volatiles..........	0,758	0,351	0,298	0,206	0,153

	N° 1. A la sortie de la fosse.	N° 2. Après avoir arrosé 35m.	N° 3. Après avoir arrosé 80m.	N° 4. Après avoir arrosé 95m.	N° 5. Après avoir arrosé 125m.
Matières volatiles :	gr	gr	gr	gr	gr
Ammoniaque	0,272	0,074	0,026	0,023	0,013
Azote organique	0,039	0,0095	0,0084	0,007	0,0065
Acide carbonique	0,127	0,0851	0,076	0,060	0,0407
Matières volatiles non dosées	0,320	0,1824	0,1876	0,116	0,0928
Matières calcinées :					
Insolubles à l'eau régale	0,163	0,088	0,059	0,039	0,046
Acide phosphorique	0,061	0,016	0,009	0,010	0,006
Fer, alumine	0,188	0,064	0,059	0,045	0,033
Chaux	0,062	0,045	0,049	0,045	0,038
Magnésie	0,060	0,022	0,020	0,022	0,027
Potasse	0,523	0,157	0,082	0,064	0,059
Matières non dosées	0,255	0,167	0,082	0,083	0,077

Principes fertilisants absorbés par le sol gazonné (par litre).

Dosage avant l'irrigation.		Pendant les 35 premiers mètres.	45 mètres suivants.	15 mètres suivants.	30 derniers mètres.
gr		gr	gr	gr	gr
0,272	Ammoniaque absorbée	0,198	0,048	0,003	0,010
	Id. absorbée par mètre courant	0,00566	0,001066	0,0002	0,00033
	Richesse moyenne du liquide	0,173	0,050	0,025	0,018
	Mat. abs. p. 100 par mètre courant	3,27	2,12	0,80	1,83
0,039	Azote organique absorbé	0,0295	0,0011	0,0014	0,0005
	Id. absorbé par mètre courant	0,843	0,024	0,093	0,017
	Richesse moyenne du liquide	0,0147	0,00895	0,0077	0,0068
	Mat. abs. p. 100 par mètre courant	0,43	0,27	1,20	0,25
0,061	Acide phosphorique absorbé	0,045	0,007	abs. nulle	0,004
	Id. absorbé par mètre courant	1,287	0,155	»	0,133
	Richesse moyenne du liquide	0,039	0,012	»	0,008
	Mat. abs. p. 100 par mètre courant	3,30	1,30	»	1,66
0,062	Chaux absorbée	0,017	abs. nulle	abs. nulle	0,007
	Id. absorbée par mètre courant	0,485	»	»	0,233
	Richesse moyenne du liquide	0,054	»	»	0,041
	Mat. abs. p. 100 par mètre courant	0,89	»	»	0,57
0,523	Potasse absorbée	0,366	0,075	0,018	0,005
	Id. absorbée par mètre courant	10,457	1,166	1,200	0,166
	Richesse moyenne du liquide	0,340	0,119	0,073	0,062
	Mat. abs. p. 100 par mètre courant	3,07	1,40	1,64	0,27

» En dehors de l'intérêt que peuvent présenter par eux-mêmes les

chiffres contenus dans les tableaux précédents, leur examen donne lieu aux déductions suivantes : 1° la richesse du purin en principes fertilisants décroît rapidement dans la première période de son passage sur une surface gazonnée; 2° à mesure que le liquide s'appauvrit, il cède moins facilement les principes fertilisants, sa composition se maintient plus fixe, et il conserve une richesse relativement considérable après l'arrosage d'une surface très-étendue.

» Comme conclusion pratique, on doit diriger successivement les liquides fertilisants vers tous les points de la prairie, en évitant de consacrer toujours à certaines portions les liquides épuisés par leur passage sur les parties les plus proches de la source de fertilité. Dans tous les cas, il faut faire en sorte que le liquide fertilisant s'imbibe entièrement dans le sol; car, quelle que soit l'étendue de la surface gazonnée arrosée par les eaux chargées de purin, celles-ci conservent toujours une dose de fertilité qu'il serait fâcheux de perdre et qui ne peut être vraiment fixée que par filtration au travers de la couche arable. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la quantité d'eau tombée et recueillie pendant les plus fortes averses, de* 1860 *à* 1876. Note de M. **Ad. Bérigny**, présentée par M. H. Mangon.

« Il arrive souvent que les ingénieurs et les agents voyers demandent aux météorologistes quelle est la plus grande quantité d'eau qui tombe sur le sol dans un court espace de temps.

» Cette question est d'un très-grand intérêt. Les travaux pour la construction et l'entretien des routes, l'établissement des canaux de navigation, des réservoirs et des aqueducs; la voirie urbaine, en ce qui concerne la grandeur à donner aux bouches des égouts, et même à la section des gouttières et des tuyaux d'écoulement, ne peuvent être utilement effectués sans le travail statistique que je publie dans le tableau ci-joint.

» Je ne mentionne pas ici l'agriculture, attendu qu'on n'ignore pas les conséquences naturelles que les agriculteurs peuvent en tirer.

» J'ai pensé à établir ce tableau, parce qu'il m'a paru un travail inédit, en ce sens que les météorologistes ont peut-être, dans leurs registres journaliers, ces mêmes documents, mais disséminés, de sorte qu'ils sont dans l'impossibilité de répondre de suite aux questions qui leur sont adressées sous ce rapport.

Eau tombée et recueillie à l'Observatoire météorologique de Versailles, pendant les plus grandes averses de 1860 à 1876.

Dates.	Durée des averses.	Quantité d'eau en millim.	Moyenne par minute.
	h m		
1860. Mai 11	0.15	3,45	0,23
31	0.20	5,02	0,25
Juin 9	0.30	8,26	0,28
Juill. 12	1. 0	7,87	0,13
16	3. 0	31,79	0,18
Août 11	1.35	11,24	0,12
			1,19
Moyenne..........			0,20
Plus forte averse le 9 juin.			0,28
1861. Avril 27	2.30	17,39	0,12
Sept. 16	0.30	8,73	0,29
Oct. 11	0.15	2,92	0,19
			0,60
Moyenne..........			0,20
Plus forte averse le 16 sept.			0,29
1862. Mars 8	0.30	3,37	0,11
Mai 13	1. 0	12,40	0,21
20	0.15	4,80	0,32
Sept. 30	0.30	12,09	0,40
			1,04
Moyenne..........			0,26
Plus forte averse le 30 sept.			0,40
1863. Avril 10	0.20	4,78	0,24
Juin 10	1. 0	9,35	0,16
Oct. 7	0.30	9,71	0,32
7	0.40	5,97	0,12
			0,84
Moyenne..........			0,21
Plus forte averse le 7 octobre, 5h 30m à 6h soir..			0,32
1864. Avril 15	1. 0	8,91	0,15
Juin 23	1. 0	10,06	0,17
Juill. 21	0.20	6,26	0,31
Oct. 24	0.45	11,74	6,26
			0,89
Moyenne..........			0,22
Plus forte averse le 21 juill.			0,31

Dates.	Durée des averses.	Quantité d'eau en millim.	Moyenne par minute.
	h m		
1865. Fév. 18	1. 0	6,89	0,11
Mai 9	0.30	10,53	0,35
13	1. 0	11,08	0,18
18	0.45	17,08	0,38
22	1.30	13,06	0,15
Juin 2	1.15	10,91	0,15
3	1. 0	15,41	0,26
Juill. 7	1. 0	13,51	0,23
Sept. 9	0.40	20,37	0,51
			2,32
Moyenne..........			0,26
Plus forte averse le 9 sept.			0,51
1866. Mai 29	0.30	9,24	0,31
Juin 12	0.15	4,31	0,29
19	0.15	5,74	0,38
Juill. 16	0.45	8,12	0,18
17	1. 0	10,73	0,18
Août 2	0.10	11,62	1,16
19	0.20	15,52	0,78
			3,28
Moyenne..........			0,47
Plus forte averse le 2 août.			1,16
1867. Août 27	6.30	57,93	0,15
Sept. 13	1. 0	16,31	0,27
			0,42
Moyenne..........			0,21
Plus forte averse le 13 sept.			0,27
1868. Avril 20	0.30	5,89	0,20
Mai 29	0.45	14,17	0,31
Juill. 3	1. 0	5,15	0,09
12	0.50	14,18	0,28
13	0.15	2,95	0,20
15	0.20	5,00	0,25
Août 15	0.15	3,42	0,23
Sept. 17	0.25	9,05	0,36
			1,92
Moyenne			0,24
Plus forte averse le 17 sept.			0,36

Dates.	Durée des averses.	Quantité d'eau en millim.	Moyenne par minute.
	h m		
1869. Mars 19	1. 0	10,66	0,18
Mai 6	1. 0	10,30	0,17
Juill. 28	1.20	10,86	0,14
Sept. 15	1.25	9,43	0,11
19	1.30	19,37	0,23
			0,83
Moyenne..........			0,17
Plus forte averse le 19 sept.			0,23
1870. Juill. 8	1.30	7,19	0,08
9	3. 0	18,96	0,11
			0,19
Moyenne..........			0,09
Plus forte averse le 9 juill.			0,11
1871. Juin 15	3. 0	14,46	0,08
Août 14	0.20	3,70	0,18
22	0.20	5,72	0,29
Sept. 4	0.30	7,28	0,24
			0,79
Moyenne..........			0,20
Plus forte averse le 22 août.			0,29
1872. Mai 30	0.15	3,20	0,21
31	1. 0	12,85	0,21
Juin 6	1.30	13,30	0,15
19	0.15	7,46	0,50
Juill. 12	1. 0	6,60	0,11
24	0.20	14,30	0,71
27	2. 0	21,70	0,18
28	0.40	24,78	0,62
Sept. 24	1. 0	7,86	0,13
			2,82
Moyenne..........			0,31
Plus forte averse le 24 juill.			0,71
1873. Mars 28	0.10	2,05	0,20
Juin 23	1.30	14,52	0,16
Août 9	0.55	7,99	0,15
24	0.20	4,68	0,23
Oct. 23	4.40	50,84	0,18
			0,92
Moyenne..........			0,18
Plus forte averse le 24 août.			0,23

Dates			Durée des averses.	Quantité d'eau en millim.	Moyenne par minute.
			h m		
1874.	Juill.	9	2.07	12,96	0,10
	Plus forte averse le 9 juill.				0,10
1875.	Janv.	24	0.45	8,57	0,19
	Juin	1er	0.15	3,13	0,21
		9	0.20	6,52	0,33
	Juill.	16	0.30	10,67	0,36
		19	2. 0	27,91	0,23
	Août	6	0.40	9,29	0,23
		6	2.30	16,63	0,11
		19	1.25	13,17	0,15
		28	1.40	10,92	0,11
	Sept.	9	0.45	30,90	0,69
	Oct.	9	1.25	13,94	0,19
					2,80
	Moyenne.........				0,25
	Plus forte averse le 9 sept.				0,69

Dates.			Durée des averses.	Quantité d'eau en millim.	Moyenne par minute.
			h m		
1876.	Mars	28	0.10	1,58	0,16
	Juin	22	5. 0	21,59	0,07
	Août	18	1.55	19,36	0,17
	Sept.	5	0.30	5,48	0,18
		9	0.30	8,08	0,27
		14	0.40	5,85	0,14
		14	0.30	6,79	0,23
	Oct.	12	1.15	13,61	0,18
		13	1. 0	9,79	0,16
					1,56
	Moyenne.				0,17
	Plus forte averse le 9 sept.				0,27

MAXIMUM PAR MINUTE POUR CHAQUE ANNÉE.

1860. Juin 9...............	0,28
1861. Septembre 16.........	0,29
1862. » 30.........	0,40
1863. Octobre 7.............	0,32
1864. Juillet 21.............	0,31
1865. Septembre 9..........	0,51
1866. Août 2...............	1,16
1867. Septembre 13.........	0,27
1868. » 17.........	0,36
1869. » 19.........	0,23
1870. Juillet 9..............	0,11
1871. Août 22...............	0,29
1872. Juillet 24.............	0,71
1873. Août 24...............	0,23
1874. Juillet 9..............	0,10
1875. Septembre 9..........	0,69
1876. » 9..........	0,27
Plus forte averse le 2 août 1866.	1,16

» Quoique ma série se compose de trente années d'observations (1846 à 1876), je n'ai commencé ce tableau qu'en 1860, parce que ce n'est réellement qu'à partir de cette époque que les averses ont été exactement notées.

» Il m'a paru utile d'en extraire les résultats les plus saillants, dans le résumé suivant, qui contient les durées des averses les plus courtes et ayant donné les plus grandes quantités d'eau, et les proportions de celles-ci par minute. Comme fait exceptionnel, je citerai ici l'averse tombée le 2 août 1866, laquelle a fourni, en dix minutes, $11^{mm},62$ d'eau, ce qui équivaut à $1^{mm},16$ par minute.

Dates.	Durée des averses, en minutes.	Quantité d'eau recueillie, en millimètres.	Moyenne par minute, en millimètres.
2 août 1866.............	10	11,62	1,16
20 mai 1862.............	15	4,80	0,32
29 juin 1866.............	15	5,74	0,38
19 juin 1872.............	15	7,46	0,50
19 août 1866............	20	15,52	0,78
24 juillet 1872...........	20	14,30	0,71
9 juin 1875..............	20	6,52	0,33
17 septembre 1868........	25	9,05	0,36
30 septembre 1862........	30	12,09	0,40
7 octobre 1863...........	30	9,71	0,32
9 mai 1865..............	30	10,53	0,35

Dates.	Durée des averses, en minutes.	Quantité d'eau recueillie, en millimètres.	Moyenne par minute, en millimètres.
16 juillet 1875...........	30	10,67	0,36
28 juillet 1872...........	40	24,78	0,62
18 mai 1865..............	45	17,08	0,38
9 septembre 1865.........	45	20,37	0,51
9 septembre 1875.........	45	30,90	0,69

» Il résulte de ce tableau que la moyenne d'eau tombée de 10 à 45 minutes, pendant ces plus fortes averses, est de $0^{mm},51$ par minute, ce qui donnerait $1^{cc},53$ pour 30 minutes.

» Je n'ai pas besoin de faire remarquer que ce résumé ne nécessite pas moins l'examen attentif du tableau, qui contient la période entière de 1860 à 1876. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Des relations qui existent entre les bâtonnets des Arthropodes et les éléments optiques de certains Vers.* Note de M. **Joannès Chatin**, présentée par M. Milne Edwards.

« Dans une précédente Communication (1), j'ai fait connaître les caractères généraux du bâtonnet des Crustacés et les modifications qu'il subit pour parvenir progressivement à des formes extrêmement simples, presque rudimentaires. La dégradation même avec laquelle il se présente dans divers types pouvait faire soupçonner chez d'autres Invertébrés des éléments fort semblables, prévision qui s'est trouvée pleinement justifiée par les observations dont je résume aujourd'hui les principaux résultats.

» Les Mollusques ne pouvaient convenir à de semblables recherches, leurs organes oculaires témoignant constamment d'une parenté manifeste avec les mêmes parties chez les Vertébrés; l'étude de la série des Vers semblait, au contraire, devoir fournir d'excellents résultats. On sait, en effet, quel rôle considérable certains auteurs contemporains accordent à ces animaux dont l'ensemble constituerait une sorte de « groupe de départ » offrant avec les divers embranchements les plus étroites relations. Or, et sans vouloir entrer ici dans la discussion des théories auxquelles je fais allusion, je ne puis m'empêcher de faire remarquer combien l'étude de l'appareil visuel leur semble favorable.

» Nous savons, depuis les recherches de M. de Quatrefages, que les yeux des Vers peuvent se ramener à trois types principaux :

---

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 27 novembre.

» 1° Chez les *Torrea*, l'œil est remarquablement perfectionné et comprend toutes les parties essentielles qu'on lui connaît chez les Vertébrés ou les Mollusques.

» 2° Chez divers Serpuliens, l'œil est formé par une ou plusieurs pièces réfringentes reçues dans une gaîne généralement allongée.

» 3° Chez les Polyophthalmiens, etc., l'organe se résume en une ou plusieurs pièces analogues, mais entourées par une masse pigmentaire dont les contours sont indécis.

» Mes observations ont constamment confirmé l'exactitude de ces divers types, tels qu'ils ont été établis par l'éminent zoologiste dont je viens de rappeler le nom. Reprenant leur examen à un tout autre point de vue, j'ai recherché si, parmi ces différentes formes, il ne s'en trouvait pas qui fussent particulièrement comparables aux éléments oculaires des Crustacés, etc.; je n'ai pas tardé à constater que la seconde d'entre elles offrait sous ce rapport des caractères tout à fait particuliers; aussi me suis-je attaché spécialement à l'étude des Serpuliens et des animaux voisins.

» L'examen de quelques genres, des *Psygmobranchus* particulièrement, suffirait presque seul à établir l'analogie qui existe entre les yeux de certains Vers et les éléments bacillaires des Arthropodes. Leurs yeux branchiaires sont effectivement formés par une pièce dans laquelle il est aisé de reconnaître deux portions : l'une supérieure, réfringente, répondant au « cristallin » des auteurs, l'autre inférieure, allongée, colorée en rouge orangé (*Ps. protensus*, etc.), et s'amincissant vers son extrémité initiale. Que l'on compare ces dispositions avec celles qui sont présentées par divers Crustacés inférieurs (*Epimeria*, etc.), et l'on ne pourra s'empêcher de reconnaître la plus complète analogie entre le cône et le « cristallin », entre le bâtonnet proprement dit et la portion inférieure brillamment décorée par un abondant pigment.

» Le *Protula intestinum* offre la plus grande ressemblance avec les *Psygmobranchus;* mais ici l'œil n'est plus constitué par un seul bâtonnet et comprend au moins deux de ces pièces : il présente ainsi une disposition fort semblable à celle qui se rencontre chez les *Lichomolgus*.

» Ces éléments sont encore plus nombreux chez les *Eupomalus, Branchiomma, Dasychone*, etc. Le dernier de ces genres mérite une attention spéciale; ainsi, dans le *Dasychone bombyx*, l'œil est formé de quatre bâtonnets réunis par leur partie inférieure et offrant, soit dans celle-ci, soit dans le cône réfringent, d'importantes différenciations morphologiques qui rappellent ce qui existe chez plusieurs Arthropodes. Sur les zoonites du *D.*

lucullena se trouvent des yeux composés de bâtonnets plus nombreux, mais non moins perfectionnés et se rapprochant aussi par la forme de leur cône, etc., des éléments propres aux Paguriens.

» L'examen des genres voisins (*Vermilia*, etc.) conduisant à des résultats identiques, je crois inutile de multiplier les exemples et je me borne à insister sur les nombreuses et réelles analogies qui existent entre les bâtonnets optiques de Crustacés, etc., et les éléments oculaires de ces différents Vers. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les gisements d'ossements fossiles de Pargny-Filain et de Sézanne.* Note de M. E. **Robert**.

« Ayant été à même de visiter, un grand nombre de fois, deux importants gisements d'ossements fossiles, je crois devoir signaler les principaux objets que j'y ai rencontrés.

» 1° Entre Soissons et Laon, à Pargny-Filain, dans la département de l'Aisne, le calcaire marin grossier, vers sa partie moyenne, dans un lit calcaréo-sablonneux, renferme les squelettes de deux ou trois espèces de Lophiodons. De même qu'à Nanterre, où j'ai fait, il y a une quarantaine d'années, une première découverte en ce genre, les ossements de Mammifères de Pargny-Filain, mêlés à des coquilles marines, sont accompagnés d'ossements de Tortue et de Crocodile (1). Indépendamment de grands fragments de mâchoires, notamment de symphyses, nous sommes parvenu à reconstituer une mâchoire inférieure de la plus grande espèce de Lophiodon (2).

» 2° Près de Sézanne (Marne), au lieu dit *l'Arigot*, dans la tranchée ouverte pour livrer passage au chemin de grande communication de cette ville à Broyes, la craie est immédiatement recouverte par une espèce de conglomérat calcaire, cimenté par de l'argile plastique et surtout de l'hydrate de fer, qui semble avoir été exploité par les Gallo-Romains. Le conglomérat, que je considère comme l'équivalent du calcaire pisolithique dont le type se voit au Bas-Meudon, renferme une prodigieuse quantité de débris osseux de toutes sortes. Les plus communs (fragments de cara-

(1) On a déjà formé au château de Vauxcelles, près de Vailly, une très-belle collection de dents isolées, notamment de canines de très-grandes dimensions.

(2) J'en ai fait faire par un habile dessinateur, M. L. Lévriat, une aquarelle que j'ai déjà présentée au Muséum, à MM. Gaudry et Ernest Hamy.

pace) appartiennent à des Tortues (*Emys, Trionyx, Lepidotus*); puis, viennent ceux de Crocodiles et de *Mosasaurus;* les plus rares proviennent de Mammifères, notamment de l'*Anthracotherium,* de plusieurs espèces de Lophiodons, comme à Pargny-Filain, et des genres Renard, Loutre, Écureuil, etc. Des os longs d'oiseaux gigantesques ne sont peut-être autres que ceux du *Gastornis;* enfin il n'est pas impossible que, parmi les raretés de l'Arigot, des os palatiaux et de longues arêtes, épaisses à la base, droites et chagrinées comme dans l'Esturgeon, aient pu appartenir à des poissons.

» Tous ces os étant brisés, fortement roulés et usés (il n'y a d'entier que les dents, et encore celles des Sauriens n'ont-elles plus que la couronne), témoignent évidemment que la colline à la base de laquelle ils se trouvent était un rivage où venaient échouer des épaves de toutes sortes. »

« M. **Decharme** adresse la suite de ses expériences sur les *anneaux colorés.* En remplaçant le jet de flamme, dirigé contre la plaque métallique, par un courant de vapeur de *brome,* d'*iode* ou de *sulfhydrate d'ammoniaque,* il obtient, par voie chimique, des anneaux colorés, analogues aux anneaux thermiques dont il a donné précédemment le mode de production et décrit la succession des nuances. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 décembre 1876.

(suite.)

Chimica agricola ou estudo analytico dos terrenos, das plantas e dos estrumes; por J.-J. Ferreira-Lapa. Lisboa, typogr. da Academia real das Sciencias, 1875; in-8°.

Tratado elementar de Optica; por A.-A. de Pina-Vidal. Lisboa, typogr. da Academia, 1874; in-8°.

Sessão publica da Academia real das Sciencias de Lisboa em 12 *de dezembro de* 1875. Lisboa, typogr. da Academia, 1875; in-8°.

Le proprietà dell' elettricità indotta contraria o di prima specie. Memoria del prof. Felice Marco; seconda edizione, con alcune note di P. Volpicelli. Roma, tipogr. delle Scienze matematiche e fisiche, 1876; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 décembre 1876.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées par U.-J. Le Verrier. *Observations,* 1874. Paris, Gauthier-Villars, 1876; in-4°.

Catalogue des brevets d'invention; année 1876, n° 8, 1[re] et 2[e] Parties. Paris, Bouchard-Huzard, 1876; 2 liv. in-8°.

Recherches historiques et critiques sur l'étiologie et la prophylaxie de la fièvre typhoïde; par le D[r] N. Guéneau de Mussy. Paris, A. Delahaye, 1877; in-8°. (Présenté par M. Pasteur.)

Marion. *Expériences faites pour combattre le Phylloxera. Rapport du Comité régional, institué à Marseille par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.* Marseille, typogr. Marius Olive, 1876; in-4°.

Expériences sur la culture de dix variétés de pommes de terre dans divers sols, sous le climat de la Normandie. Rapporteur pour la partie pratique, M. Teinturier, *père. Rapporteur pour la théorie chimique*, M. J. Girardin. Rouen, impr. H. Boissel, 1875; br. in-8°.

Carte géologique détaillée de la France. Généralités. (I, II, III). *Système et mode d'application de la légende géologique générale; par* M. A.-E. Béguyer de Chancourtois. Paris, Impr. nationale, 1874; br. in-8°.

Observations de M. de Chancourtois sur le fer natif d'Ovifak. Paris, E. Blot, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

De l'analyse des charbons, considérés au point de vue des déductions scientifiques et industrielles; par R. Malherbe. Liége, impr. Desoer, 1876; br. in-8°. (Extrait de l'*Annuaire de l'Association des ingénieurs sortis de l'École de Liége.*)

Sur les cas d'exception au théorème des forces vives. Résumé et conséquences d'un Mémoire de M. Betti; par M. le D[r] E. Lemmi. Paris, Gauthier-Villars, sans date; br. in-4°. (Extrait du *Journal de Mathématiques pures et appliquées.*)

Département de la Dordogne. Commission centrale du Phylloxera. Rapport présenté au Conseil général de la Dordogne; par M. le D[r] H. Jaubert. Périgueux, impr. J. Bouret, 1876; in-4°.

Courses et ascensions. Voyage scientifique à l'île Saint-Paul. Paris, typogr. Chamerot, 1875; in-8°. (Extrait de l'*Annuaire du Club alpin français.*)

Notice sur la vie et les travaux de Louis Othon Hesse; par M. Félix Klein,

traduit de l'allemand par M. Paul MANSION. Rome, impr. des Sciences mathématiques et physiques, 1876; in-4°.

Commemorazione di Ermanno Hankel; per GUGLIELMO VON ZAHN, traduzione dal tedesco del Dre Alfonso SPARAGNA. Roma, tipogr. delle Scienze matematiche e fisiche, 1876; in-4°.

Prospetto storico dello sviluppo della Geometria moderna, scritto postumo del Dre Ermanno HANKEL, traduzione dal tedesco del Dre Alfonso SPARAGNA. Roma, tipogr. delle Scienze matematiche e fisiche. (Ces trois brochures, présentées par M. Chasles, sont extraites du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. IX, luglio, agosto 1876. Roma, tipogr. delle Scienze matematiche e fisiche. (Présenté par M. Chasles.)

Abhandlungen von Friedrich-Wilhelm Bessel, herausgegeben von Rudolf ENGELMANN; I, II, III Band. Leipzig, W. Engelmann, 1876; 3 vol. in-4°. (Présenté par M. Yvon Villarceau.)

Pars supellectilis anatomicæ, sive catalogus craniorum quæ dicuntur nationalia et speciminum anatomicorum cum hominis tum animalium. Collegit per. Conr. Bern. SURINGAR. Lugduni Batavorum, 1876; br. in-8°.

Nova Acta regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis; seriei tertiæ, vol. X, fasc. I, 1876; in-4°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal; vol. VII, année 1875; Upsal, Ed. Berling, 1875-1876; in-4°.

Di due antichi ghiacciaj che hanno lasciato le loro tracce nei sette comuni. Nota del prof. G. OMBONI. Venezia, tipogr. Antonelli, 1876; br. in-8°.

Memorie della Società degli spettroscopisti; novembre 1876. Palermo, tipogr. Lao, 1876; in-4°.

Proceedings of the London mathematical Society; nos 97, 98, 99, 100; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 DÉCEMBRE 1876.

Histoire naturelle des Oiseaux-Mouches ou Colibris, constituant la famille des Trochilidés; par E. MULSANT *et feu* Ed. VERREAUX; t. III, liv. 1 et 2. Lyon, Bureau de la Société linnéenne, 1876; 2 liv. in-4°, texte et planches.

Traité de Chimie technologique et industrielle; par Fr. KNAPP; traduit sur la 3e édition allemande, revu et augmenté avec le concours de l'auteur

sous la direction de E. Merijot et A. Debize. Paris, Dunod, 1872-1876; 2 vol. in-8°, avec planches.

Le Balbiania investiens. Étude organogénique et physiologique; par M.-S. Sirodot. Paris, G. Masson, 1876; in-4°. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles*.) (Présenté par M. Decaisne.)

Traité élémentaire de Chimie; par L. Troost; 5e édition. Paris, G. Masson, 1877; in-12.

Bulletin de la Société industrielle de Reims, 1876; t. IX, n° 46. Reims, Gérard et Masson; Paris, Lacroix, 1876; in-8°.

Observations pluviométriques faites dans la France méridionale (sud-ouest, centre et sud-est), de 1704 à 1870, avec les grandes séries de Paris, Genève et le Grand Saint-Bernard; par V. Raulin; 3e Partie : *Centre, sud-est et comparaisons.* Bordeaux, Chaumas; Paris, F. Savy, 1876; in-8°.

M. et Y.-M. Cario. *Mémoire* (n° 1) *démontrant qu'il n'y a point de quantités imaginaires. Considérations sur l'infini.* Rennes, s. d., impr. Oberthur; br. in-8°.

Errori sulla teorica della pila; per A. Breccia. Cingoli, tipogr. Ercolani, 1876; br. in-12.

An address on army medical studies and military hygiene; by F. de Chaumont. London, 1876; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Supplementary Note on the theory of ventilation; by F. de Chaumont. Sans lieu, ni date; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

ERRATA.

(Séance du 20 novembre 1876.)

Page 967, 3e ligne en remontant, *au lieu de* M. G. de la Houssaye, *lisez* M. G. de la Moussaye.